



# Parole disfluente : aspects phonétiques et phonologiques

Marine Verdurand Pendelieu-Verdurand

## ► To cite this version:

Marine Verdurand Pendelieu-Verdurand. Parole disfluente : aspects phonétiques et phonologiques. Linguistique. Université de Grenoble, 2014. Français. NNT : 2014GRENL010 . tel-01154620

**HAL Id: tel-01154620**

**<https://theses.hal.science/tel-01154620>**

Submitted on 22 May 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## THÈSE

Pour obtenir le grade de

## DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

Spécialité : **Langues, Littératures, et Sciences Humaines**

Arrêté ministériel : 7 août 2006

Présentée par

« **Marine PENDELIAU-VERDURAND** »

Thèse dirigée par « **Didier DEMOLIN** »

Co-encadrée par « **Solange ROSSATO** »

préparée au sein du **Laboratoire GIPSA-Lab.**  
dans l'**École Doctorale Langues, Littérature et Sciences Humaines**

## Parole disfluente : aspects phonétiques et phonologiques

Thèse soutenue publiquement le « **12 juin 2014** »,  
devant le jury composé de :

**Monsieur Rudolph SOCK**

Professeur, Université de Strasbourg, rapporteur.

**Monsieur Bernard HARMEGNIES**

Professeur, Université de Mons, rapporteur

**Monsieur Claudio ZMARICH,**

Professeur, Université de Padoue, examinateur

**Madame Véronique AUMONT-BOUCAND**

Orthophoniste, attachée de cours à l'école d'orthophonie de Paris,  
examinateur

**Madame Solange ROSSATO**

Maître de conférences, Université Stendhal, co-encadrante scientifique

**Monsieur Didier DEMOLIN**

Professeur, Université Stendhal, directeur de thèse

**Monsieur Jean-Marc COLLETTA**

Professeur, Université Stendhal, président du jury





## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Solange Rossato. Solange, je ne sais pas bien par quoi commencer tant il me semble qu'au bout de cette aventure nos échanges aussi bien scientifiques qu'humains furent, et sont encore, riches. Définir en quelques mots cette collaboration est finalement un exercice difficile. Je te remercie bien sûr pour la rigueur scientifique que tu m'as apportée. Tu as su me faire découvrir la phonétique et la phonologie sous un autre angle, et qui plus est, me les rendre appréciables. Merci pour la relecture attentive, merci pour tout ton soutien et ton aide précieuse dans de nombreux domaines ! Par ailleurs, tu sais combien j'apprécie ton ouverture d'esprit, ta tolérance et ton enclin à découvrir le monde de la clinique. Nos échanges qui ont tissé pendant toutes ces années, les bases de cette thèse, sont empreints de ces grandes qualités. J'espère que nous saurons concrétiser nos projets d'après-thèse, et faire perdurer cette belle rencontre ! Un IMMENSE MERCI !

Je remercie également Didier Demolin qui a fait confiance à ce travail en acceptant d'être directeur de thèse.

Je tiens également à remercier tout particulièrement Lionel Granjon qui a largement contribué à ce que ce travail puisse aboutir. Ses conseils et tous les ajustements qu'il a dû faire ont toujours été pertinents et précieux. Je remercie bien sûr tous ceux du laboratoire qui ont contribué de près ou de loin à ce travail : Christophe Savariaux, Nathalie Vallée, Diane Caussade, Manon Carissimo-Bertola, Sandra Cornaz, Rosario Signorello, Coriandre Vilain, Hien Tran, Léa Cottavoz, Carole Chauvin. Aussi, Isabelle Rousset qui m'a toujours apporté une aide spontanée, un grand soutien et une écoute attentive.

Manon, merci pour nos échanges, nos soutiens mutuels, ton aide et ta générosité. Tout cela a été très important pour moi !

Sandra, mille merci pour toute ton aide lors de mon voyage en Italie ! Ta grande générosité et ton soutien m'ont été précieux.

Diane, merci pour tout ton soutien, et pour avoir gardé les petits dans les moments où je devais avancer la thèse.

Je remercie également Claudio Zmarich qui a collaboré de près pour ce travail de thèse. Je te remercie Claudio pour tous les échanges, les aides, les conseils, les relectures que tu as faits durant ces années. Merci également de m'avoir permis de rencontrer Daria Balbo et d'avoir largement contribué à ce que je puisse réaliser tous les enregistrements auprès des personnes italiennes. Daria, un grand merci pour ta disponibilité et ton accueil lors de mon séjour en Italie. Toi et Claudio avez rendu mes deux semaines idéales et efficaces !

Je remercie aussi Fabrice Hirsch. Merci Fabrice pour ton accueil et pour tous les enregistrements que tu m'as permis de faire sur Montpellier. Et bien sûr pour nos échanges, et nos projets communs et pour tout ce que tu fais en tant que chercheur, dans le domaine du bégaiement.

Je remercie aussi Maëva Garnier. Maëva, merci de m'avoir accueillie dans ton bureau, de m'avoir fait une place propice au travail et à la concentration. Et merci d'avoir été et d'être plus qu'une collègue !

Je remercie l'UNADREO (Union Nationale pour le Développement de la Recherche et de l'Evaluation en Orthophonie) et le LURCO (Laboratoire UNADREO de Recherche Clinique en Orthophonie) et plus particulièrement Sylvia Topouskhanian (Vice présidente) et Thierry Rousseau (Président) d'avoir donné confiance à ce projet de recherche et d'en avoir fait une ERU (Equipe de Recherche UNADREO). Merci à vous deux également pour le partage toujours spontané de vos expériences et de vos choix professionnels. Sylvia, merci aussi de m'avoir si souvent écoutée, et soutenue et de m'avoir permis de réaliser bon nombre d'enregistrements.



J'espère que les projets de recherche en orthophonie seront de plus en plus nombreux à venir enrichir l'UNADREO et le LURCO.

Je remercie toutes mes collègues et amies : Sylvie Brignone, présidente de l'Association Parole Bégaiement, Hélène Arlaud-Lamouche, Marie Négron, Anne Siccardi, Stephanie Marques, Eloïse Garcin, Jacqueline Bru et Audrey Acher. Sylvie, que de chemins se sont ouverts grâce à toi ! Tout d'abord la connaissance du bégaiement et de sa prise en charge, ensuite, une très belle rencontre: Hélène ; puis la possibilité de donner des cours à l'école d'orthophonie de Lyon. Je n'oublie pas non plus la grande aide concrète apportée à la thèse en proposant à tes patients de venir faire les enregistrements. Et bien entendu, un immense merci pour tout le soutien apporté, et plus particulièrement dans des moments qui ont été difficiles pour moi.

Hélène et Marie, un immense merci ! C'est avec vous que toute cette *aventure* a commencé. Je vous remercie pour votre soutien infaillible en toutes circonstances, et pour tous les efforts que vous avez dû fournir pour le cabinet, pour combler les absences d'une collègue thésarde. Hélène, nous avons quasiment commencé ensemble la prise en charge du bégaiement, construit ensemble notre cabinet et notre manière de travailler. Ton aide a été plus qu'importante, entre organisation et enregistrements de patients, et bien plus encore. Vraiment mille mercis.

Anne, tu es sans doute la seule à pouvoir comprendre les plus profondes motivations d'une telle entreprise, de ce parcours du combattant ; la seule à pouvoir en mesurer tous les écueils, les paradoxes, les difficultés, mais aussi les joies, et les aspects enthousiasmants. Vraiment, je suis heureuse de pouvoir reconstruire une activité clinique avec toi, heureuse de ta compréhension, des tes mots toujours justes, de nos échanges, et de notre osmose intellectuelle. Merci pour ta motivation, ton dynamisme, et bien sûr tout ton soutien !

Audrey, tu sais aussi à quel point s'engager en tant qu'orthophoniste dans une thèse n'est pas une sinécure ! Audrey et Anne merci de faire vivre le « pôle ortho » au sein de l'université Stendhal, merci de tous nos échanges et projets qui verront peut-être le jour. Nous partageons le même enthousiasme pour les liens entre la recherche et la pratique clinique. Espérons que ces liens s'étoffent, se solidifient toujours plus.

Eloi, merci pour nos longues discussions lors de nos retrouvailles annuelles. Merci aussi d'avoir cherché pour moi des patients que je puisse enregistrer.

Steph et Marie, mes piliers, mes soutiens de toujours, merci d'avoir toujours été là !! d'avoir su positiver et valoriser ce choix de la thèse, notamment quand je sentais autour de moi une somme d'incompréhensions, d'avoir toujours su me motiver et me remotiver.

Marie, tu es aussi la « Marie Serre, architecte-dessinatrice », qui m'a permis de mettre sur pied toute une épreuve de cette thèse. Sans toi, l'image n'aurait sans doute pas été. Et heureusement qu'elle put voir le jour car je tenais tout spécialement à ce pan de la thèse, puisqu'il était le plus proche de la pratique orthophonique. Jacqueline, merci pour cette belle rencontre professionnelle et amicale. Merci pour tous les patients que tu m'as permis d'enregistrer.

Océ, merci pour toute la joie de vivre que tu sais tellement bien communiquer, tes encouragements, et tes soutiens permanents.

Je remercie aussi Véronique Aumont-Boucand qui a accepté de prendre part à l'évaluation de ce travail. Véronique, il me tenait particulièrement à cœur qu'une orthophoniste puisse faire partie du jury. Au contact de nombreux chercheurs internationaux, tu permets à la prise en charge du bégaiement en France de découvrir et de mettre en place de nouveaux programmes dont les preuves d'efficacité ont été faites et validées par de nombreuses recherches cliniques. J'espère que nous arriverons à concrétiser nos projets de recherche clinique en France.

Je remercie toutes les orthophonistes qui m'ont beaucoup aidée en me permettant d'enregistrer des patients : Sylvie Brignone, Jacqueline Bru, Juliette de Chasse, Véronique Aumont-Boucand, Hélène Arlaud-Lamouche, Chloé Richaud, Marie-Claire Bern, Carine Chiffard, Eloïse Garcin, Stéphanie Marques.

Je remercie ma famille, ma mère et mes grands-parents, pour tout ! Maman, tu as toujours été là pour moi, et pendant cette thèse ton aide m'a été plus que précieuse : un soutien inconditionnel, et une organisation toujours arrangeante. Je remercie mes grands-parents qui ont certainement réussi à me donner un certain goût pour le travail universitaire. Mam, merci d'avoir su me donner patiemment quelques cours d'anglais, et d'avoir encore plus patiemment été ma traductrice ! Papa, merci aussi d'avoir toujours été là.

Laurence, merci pour ta grande générosité, et ton dynamisme. Toujours prête à nous aider malgré les nombreux kilomètres qui nous séparent, tu es toujours présente avec grand enthousiasme. Merci aussi d'avoir tout fait, tout organisé pour me permettre d'enregistrer les enfants au sein de ton école.

Un immense merci bien sûr à tous les adultes, à tous les enfants, et parents qui ont accepté de participer à cette étude. Toutes les personnes que j'ai rencontrées et enregistrées ont été curieuses, accueillantes et patientes face à la longueur des enregistrements. Grâce à vous tous, cette thèse aboutit. MERCI !

Vince, Cam, Bapt, Abel, Ma Thilde et ma Ju ! ma famille, mes piliers fondateurs, merci pour tout ! merci d'avoir toujours été là pour moi !! Mathilde, avec un regard différent du mien, tu sais ce que représente une thèse sur le plan familial ! Ma Ju, merci d'avoir passé avec moi les dernières heures consacrées à ce manuscrit !

Merci à tous mes amis qui ont toujours réussi à me sortir la tête de la thèse, à me faire déconnecter !!

Enfin, je remercie du fond du cœur mon mari et mes enfants. Yann, ne nous avait-on pas dit que la thèse était une entreprise familiale ? Je crois que nous en avons mesuré toute l'ampleur ! Malgré les embûches que ce parcours nous a réservées, merci de ta confiance, de ton soutien et de toute l'organisation, toutes les concessions mises en place pour permettre à ce projet d'aboutir. Merci de tout ton amour ! Maëlik et Louann, mes loustiks, merci pour votre joie de vivre, pour tout votre amour qui ont véritablement été ma soupape, mon échappée, ma contre-thèse ! « Maman, c'est quand que tu finis ta pèse ? ». Ca y'est ! En voici le point final.

A mes amours  
Yann, Maëlik et Louann

## Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : Le bégaiement, définition, facteurs en jeu, modèles généraux</b>	<b>3</b>
<b>1 GENERALITES</b>	<b>4</b>
1.1 LES TERMES EMPLOYES	4
1.2 DEFINITION	4
1.2.1 Les symptômes primaires	4
1.2.2 Les symptômes secondaires	5
1.2.3 Les comportements accompagnateurs	6
1.3 QUELQUES POURCENTAGES	6
<b>2 FACTEURS EN JEU DANS LE BEGAIEMENT</b>	<b>7</b>
2.1 LES FACTEURS D'ACTIVITE CEREBRALE	8
2.2 FACTEURS SENSORIELS ET SENSORI-MOTEURS	8
2.3 LES FACTEURS LANGAGIERS	9
2.3.1 Les compétences langagières des personnes qui bégaiant	9
2.3.2 Les facteurs formels influençant la survenue de disfluences	11
<b>3 LES MODELES GENERAUX</b>	<b>12</b>
3.1 A COMMUNICATION-EMOTIONAL MODEL OF STUTTERING	12
3.2 MODELE DYNAMIQUE MULTIFACTORIEL (SMITH, 1999)	13
<b>4 LA PRISE EN CHARGE DU BEGAIEMENT</b>	<b>14</b>
<b>CHAPITRE 2 : Compétences phonologiques et bégaiement</b>	<b>19</b>
<b>1 LIEN ENTRE UN TROUBLE PHONOLOGIQUE ET UN BEGAIEMENT</b>	<b>20</b>
1.1 L'INFLUENCE DES CAPACITES LANGAGIERES SUR LA CHRONICISATION DU BEGAIEMENT	21
1.2 Y'A-T-IL UNE CORRELATION ENTRE SEVERITE DU BEGAIEMENT ET ERREURS PHONOLOGIQUES ?	23
<b>2 LES HYPOTHESES PSYCHOLINGUISTIQUES</b>	<b>25</b>
2.1 LA COVERT REPAIR HYPOTHESIS DE POSTMA & KOLK (1993)	26
2.1.1 Présentation	26
2.1.2 L'auto-correction chez les personnes qui bégaiant, une explication des disfluences.	27
2.2 LE MODELE EXPLAN (HOWELL & AU-YEUNG, 2002 ; HOWELL, 2004)	29
2.2.1 Bases du modèle EXPLAN	29
2.2.2 La notion de mot phonologique	30
<b>3 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE DES ENFANTS ET ADULTES QUI BEGAIENT</b>	<b>31</b>
3.1 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE	31
3.2 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE DES ENFANTS QUI BEGAIENT	33
3.2.1 La conscience phonologique de l'enfant qui bégaiant	33
3.2.2 La mémoire phonologique chez les enfants qui bégaiant	36
3.3 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE DE L'ADULTE QUI BEGAIE	42
3.3.1 La conscience phonologique des adultes qui bégaiant	42
3.3.2 La mémoire phonologique des adultes qui bégaiant	46
<b>4 Y'A-T-IL CORRELATION ENTRE LES DISFLUENCES ET LA COMPLEXITE PHONOLOGIQUE ?</b>	<b>50</b>
4.1 DEFINITION DE LA COMPLEXITE PHONOLOGIQUE	50
4.1.1 La complexité : hiérarchie et indices	50
4.1.2 La fréquence d'apparition des séquences	52
4.2 L'INFLUENCE DE LA COMPLEXITE PHONOLOGIQUE SUR LA PAROLE BEGUE	52
4.3 INFLUENCE DE LA FREQUENCE DES SEQUENCES DE SONS SUR LA PAROLE BEGUE	54
<b>5 CONCLUSIONS ET REFLEXIONS CLINIQUES</b>	<b>55</b>
5.1 CONCERNANT LES MODELES	55
5.2 CONCERNANT LE LIEN ENTRE COMPETENCES PHONOLOGIQUES ET BEGAIEMENT	56
5.3 CONCERNANT LA SENSIBILITE A LA COMPLEXITE DE LA TACHE	57

<b>CHAPITRE 3 : Les manifestations phonétiques du bégaiement</b>	<b>59</b>
<b>1 LES PREMIERES HYPOTHESES</b>	<b>60</b>
<b>2 LA COARTICULATION DANS LA PAROLE NON-PATHOLOGIQUE</b>	<b>61</b>
2.1 DEFINITION, GENERALITES	61
2.2 LES MESURES ACOUSTIQUES DE LA COARTICULATION ANTICIPATOIRE	62
2.3 EQUATION DU LOCUS EN FONCTION DU LIEU D'ARTICULATION DES CONSONNES ET DE LA LANGUE	65
<b>3 LES PATTERNS COARTICULATOIRES DE LA PAROLE BEGUE</b>	<b>67</b>
3.1 LA COARTICULATION CHEZ LES ADULTES BEGUES	67
3.1.1 Etude des disfluences	67
3.1.2 Dans la parole fluente	68
3.2 LA COARTICULATION CHEZ LES ENFANTS BEGUES	75
<b>4 LE SYSTEME MOTEUR DE LA PAROLE BEGUE</b>	<b>82</b>
4.1 LES CAPACITES MOTRICES DE LA PAROLE BEGUE	82
4.2 RESULTATS SUR LA COARTICULATION ANTICIPATOIRE DE LA PAROLE BEGUE PASSES AU FILTRE DES THEORIES SUR LES CAPACITES MOTRICES DE PAROLE	88
4.3 PONTS ENTRE LA RECHERCHE ET LA CLINIQUE : LES TECHNIQUES DE FLUENCE EXPLIQUEES D'UN POINT DE VUE PHONETIQUE ET D'UN POINT DE VUE DES CAPACITES MOTRICES DE PAROLE	90
<b>CHAPITRE 4 : Rôle du feedback auditif dans la parole bégue</b>	<b>93</b>
<b>1 LE ROLE DU FEEDBACK AUDITIF DANS LA PRODUCTION DE LA PAROLE</b>	<b>94</b>
1.1 LE MODELE DIVA (GUENTHER, ET AL., 2006 ; GUENTHER, 1994, 2006)	95
1.2 CONSEQUENCES DE LA PERTURBATION DU FEEDBACK AUDITIF DANS LA PAROLE NON-PATHOLOGIQUE.	97
<b>2 LE FEEDBACK AUDITIF DANS LA PAROLE BEGUE</b>	<b>99</b>
2.1 LES DIFFERENTS TYPES D'ALTERATION	99
2.2 SYNTHESE DES ETUDES SUR AAF	101
2.2.1 La variabilité individuelle	101
2.2.2 Les réglages	101
2.2.3 De quels facteurs dépend l'amélioration ?	102
2.2.4 Effets des altérations du feedback auditif sur le contrôle moteur	104
2.3 LES HYPOTHESES EXPLICATIVES	106
2.3.1 L'hypothèse de Wingate (1970, 1976)	106
2.3.2 La sur-dépendance aux feedbacks sensoriels	107
<b>3 LES AUTRES FEEDBACK SENSORIELS</b>	<b>110</b>
<b>4 PONTS ENTRE LA RECHERCHE ET LA CLINIQUE</b>	<b>114</b>
<b>CHAPITRE 5 : Résumé des chapitres théoriques et problématique</b>	<b>115</b>
<b>CHAPITRE 6 : Méthodologie</b>	<b>119</b>
<b>1 LES PARTICIPANTS</b>	<b>120</b>
1.1 DESCRIPTION DE LA POPULATION	120
1.2 PRISE EN CHARGE ET POST-PRISE EN CHARGE	120
<b>2 CORPUS</b>	<b>121</b>
2.1 DISCOURS SPONTANE ET LECTURE DE TEXTE : COTATION DE LA SEVERITE DU BEGALEMENT	122
2.2 ETUDE CROSS-LINGUISTIQUE : TACHE DE REPETITION DE SYLLABES	122
2.2.1 Utilité de l'étude cross-linguistique	123
2.2.2 Sélection des syllabes	124
2.3 ETUDE EN FRANÇAIS : LA TACHE DE DESCRIPTION D'IMAGE	127
<b>3 L'EXPERIMENTATION</b>	<b>129</b>
3.1 LES CONDITIONS D'ENREGISTREMENT, MATERIEL ET PROGRAMMATION : 129	
3.1.1 Les conditions et matériel d'enregistrement	129
3.1.2 Les réglages de la modification du feedback auditif	129
3.2 SCHEMA DE L'EXPERIMENTATION	131

3.2.1	Tâche de répétition	131
3.2.2	Tâche de description d'image	132
<b>4</b>	<b>ANALYSES ACOUSTIQUES</b>	<b>132</b>
4.1	REPETITION DE SYLLABES	132
4.1.1	Annotations	132
4.1.2	Mesures	135
4.1.3	Recherche des valeurs de F2 et vérification des erreurs	136
4.2	DESCRIPTION DE L'IMAGE	138
4.2.1	L'annotation	138
4.2.2	Traitement et analyse des données	143
<b>5</b>	<b>LES HYPOTHESES DETAILLEES</b>	<b>144</b>
5.1	CONCERNANT LA TACHE DE REPETITION DE SYLLABES	144
5.1.1	Le comportement coarticulaire chez les adultes	144
5.1.2	La complexité phonologique.	146
5.1.3	Les manifestations du bégaiement	146
5.1.4	Précision de la parole	147
5.1.5	Le feedback auditif modifié	148
5.2	CONCERNANT LA TACHE DE DESCRIPTION D'IMAGE	149

---

## **CHAPITRE 7 : Résultats et discussion pour l'étude de la coarticulation** **151**

---

<b>1</b>	<b>LA SEVERITE DU BEGAIEMENT</b>	<b>152</b>
<b>2</b>	<b>L'EQUATION DU LOCUS DANS LES SYLLABES CV</b>	<b>152</b>
2.1	EN CONDITION SR	153
2.1.1	Présentation des résultats	153
2.1.2	Analyses statistiques	158
2.1.3	Interprétation des résultats	158
2.2	EN CONDITION AAF	161
2.2.1	Présentation des résultats	161
2.2.2	Analyse statistique	163
2.2.3	Interprétation	163
<b>3</b>	<b>ETUDE DE L'INFLUENCE DE L'AUGMENTATION DE LA COMPLEXITE PHONOLOGIQUE</b>	<b>164</b>
3.1	EN CONDITION SR	165
3.1.1	Premier niveau de complexité syllabique CV vs. CCV	165
3.1.2	Second niveau de complexité syllabique	169
3.1.3	Discussion des résultats	173
3.2	EN CONDITION AAF	175
3.2.1	Le premier niveau de complexité syllabique CV vs. CCV	175
3.2.2	Second niveau de complexité syllabique CCV vs CCCV	176
3.2.3	Représentation synthétique des résultats obtenus au niveau de la pente k et des $\Delta F2$ .	178
3.2.4	Interprétation des résultats	178

---

## **CHAPITRE 8 : Résultats et discussion pour l'études des disfluences et des erreurs sur la tâche de répétition** **183**

---

<b>1</b>	<b>ANALYSE DES DISFLUENCES</b>	<b>184</b>
1.1	EN CONDITION SR	184
1.1.1	Chez les adultes	184
1.1.2	Chez les enfants français	188
1.1.3	Interprétation des résultats	191
1.2	EN CONDITION AAF	192
1.2.1	Chez les adultes français et italiens	192
1.2.2	Chez les enfants français	192
1.2.3	Interprétations, discussion des résultats	193
<b>2</b>	<b>ANALYSE DES ERREURS</b>	<b>193</b>
2.1	CHEZ LES ADULTES	193
2.2	CHEZ LES ENFANTS FRANÇAIS	198
2.3	INTERPRETATION DES RESULTATS	200

<b>3</b>	<b>ANALYSE DES PHENOMENES DE LENITION</b>	<b>202</b>
3.1	CHEZ LES ADULTES	202
3.2	CHEZ LES ENFANTS FRANÇAIS	204
3.3	INTERPRETATION DES RESULTATS	204
<b>CHAPITRE 9 : Résultats et discussion pour l'étude de la description d'image</b>		<b>207</b>
<b>1</b>	<b>RESULTATS CHEZ LES ADULTES</b>	<b>209</b>
1.1	PRESENTATION DES RESULTATS POUR CHACUN DES SUJETS	209
1.1.1	Analyse de la description de l'image par A	209
1.1.2	Analyse de la description de l'image par B	211
1.1.3	Analyse de la description de l'image par F	212
1.2	INTERPRETATION DES RESULTATS POUR LES SUJETS ADULTES	214
1.2.1	Concernant le lien entre parole fluente et disfluente et la sensibilité à la complexité phonologique	214
1.2.2	Concernant le lien entre les erreurs et les disfluences	216
<b>2</b>	<b>RESULTATS CHEZ LES ENFANTS</b>	<b>217</b>
2.1	PRESENTATION DES RESULTATS CHEZ CHACUN DES SUJETS	217
2.1.1	Analyse de la description de l'image par EA	217
2.1.2	Analyse de la description de l'image faite par EB	219
2.1.3	Analyse de la description de l'image par le sujet EC	221
2.2	INTERPRETATION DES RESULTATS CHEZ LES ENFANTS.	222
<b>CHAPITRE 10 : Résumé, conclusions, perspectives</b>		<b>225</b>
<b>1</b>	<b>RECAPITULATIF DES HYPOTHESES ET REPONSES POUR L'ETUDE DE LA COARTICULATION DANS LA TACHE DE REPETITION</b>	<b>226</b>
1.1	LA COARTICULATION ANTICIPATOIRE	226
1.1.1	En condition SR	226
1.1.2	En condition AAF	227
1.2	L'IMPACT DE LA COMPLEXITE PHONOLOGIQUE SUR LES VALEURS DE $\Delta F_2$	228
1.2.1	En condition SR	228
1.2.2	En condition AAF	228
<b>2</b>	<b>RECAPITULATIF DES HYPOTHESES ET REPONSES POUR L'ETUDES DES DISFLUENCES ET ERREURS DANS LA TACHE DE REPETITION</b>	<b>229</b>
2.1	LES DISFLUENCES	229
2.1.1	En condition SR	229
2.1.2	En condition AAF	229
2.2	LES ERREURS	229
2.3	LES PHENOMENES DE LENITION	230
<b>3</b>	<b>RECAPITULATIF DES HYPOTHESES ET REPONSES POUR L'ETUDE DE LA DESCRIPTION D'IMAGE</b>	<b>230</b>
3.1	POUR LES 3 ADULTES	230
3.2	POUR LES 3 ENFANTS	231
<b>4</b>	<b>RESUME GLOBAL DES RESULTATS, INTERPRETATIONS ET AVIS CLINIQUES</b>	<b>233</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>238</b>
<b>6</b>	<b>PISTES POUR DE FUTURES RECHERCHES</b>	<b>239</b>
<b>7</b>	<b>LIMITES DE L'ETUDE</b>	<b>240</b>
<b>8</b>	<b>PERSPECTIVES</b>	<b>241</b>
8.1	SUR LE RENFORCEMENT DES CAPACITES MOTRICES DE PAROLE	241
8.2	SUR L'UTILITE DU DIALOGUE SUR IMAGE	245
8.3	SUR LES PONTS ENTRE LA RECHERCHE ET LA CLINIQUE	246
<b>Bibliographie</b>		<b>249</b>
<b>Annexes</b>		

## Table des figures

FIGURE 1: LE CERCLE VICIEUX DU BEGAIEMENT .....	6
FIGURE 2 : A COMMUNICATION-EMOTIONAL MODEL OF STUTTERING (CONTURE ET AL., 2006) .....	13
FIGURE 3 : MODELE DYNAMIQUE MULTIFACTORIEL (SMITH, 1999) .....	14
FIGURE 4 : SCHEMA DE LA COVERT REPAIR HYPOTHESIS A PARTIR DU MODELE DE LEVELT. L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE ET LE PLAN PHONETIQUE SONT DEFICITAIRES CHEZ LES PERSONNES QUI BEGAIENT ET DONNENT LIEU A DES REPARATIONS QUI OCCASIONNENT LES DISFLUENCES .....	27
FIGURE 5 : EXEMPLE DES DISFLUENCES POSSIBLES LORS D'UNE ERREUR AU NIVEAU DE L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE : SIT EST PROGRAMME A LA PLACE DE SIP .....	28
FIGURE 6 : EXEMPLE D'UNE AMORCE INCREMENTALE ET D'UNE AMORCE HOLISTIQUE (BYRD ET AL., 2007) .....	35
FIGURE 7 : FRONTIERES A ET B POSEES POUR DELIMITER LA TRANSITION DU F2. (FIGURE TIREE DE SUBRAMANIAN ET AL. 2003) .....	63
FIGURE 8 : LES EXTREMES HYPOTHETIQUES DES PENTES ISSUES DE L'EQUATION DU LOCUS. LE HAUT DE LA FIGURE REPRESENTE UNE ABSENCE DE COARTICULATION, AVEC DES TRANSITIONS DU F2 MARQUEES, ET UNE PENTE DE COARTICULATION EGALE A 0. LE BAS DE LA FIGURE REPRESENTA UN DEGRE MAXIMAL DE COARTICULATION, AVEC DES TRANSITIONS DE F2 PLATES ET UNE PENTE DE COARTICULATION EGALE A 1. (FIGURE TIREE DE SUSSMAN ET AL., 1999) .....	64
FIGURE 9 : PENTE K ET INTERCEPT POUR LES LOCUTEURS BEGUES ANGLOPHONES DE L'ETUDE DE SUSSMAN ET AL. (2011) .....	73
FIGURE 10 : EXEMPLE DE SIGNAUX ACOUSTIQUES ET IEMG POUR UNE REPONSE, MONTRANT (A) LE DEBUT DE LA PAROLE ; (B) LA FIN DE LA PRODUCTION DE PAROLE ; (C) LE DEBUT IEMG DE LA LEVRE SUPERIEURE ; (D) LA LOCALISATION TEMPORELLE DU PIC D'AMPLITUDE IEMG DE LA LEVRE SUPERIEURE ; (E) LE DEBUT IEMG DE LA LEVRE INFERIEURE ; (F) LA LOCALISATION TEMPORELLE DU PIC D'AMPLITUDE IEMG DE LA LEVRE INFERIEURE (TIRE ET TRADUIT DE VAN LIESHOUT ET AL., 1996A, P 552) .....	83
FIGURE 11 : SCHEMA DU CONTINUUM DE LA FLUENCE BASE SUR L'ARTICLE DE PETERS ET AL. (2000) .....	88
FIGURE 12 : MODELE DIVA DE L'ACQUISITION ET DE LA PRODUCTION DE LA PAROLE (GUENTHER, 2006) .....	95
FIGURE 13 : MODELE INTEGRATIF DU CONTROLE MOTEUR DE LA PAROLE (ISSU DE MAX ET AL., 2004) .....	107
FIGURE 14 : FREQUENCES (PAR MILLION D'OCCURRENCES) DES SYLLABES (LEXIQUE.2) (A GAUCHE) ET DES MOTS (A DROITE) .....	126
FIGURE 15 : IMAGE REALISEE PAR MARIE SERRER POUR LA TACHE DE DESCRIPTION D'IMAGE .....	127
FIGURE 16 : SCHEMA DE L'EXPERIMENTATION POUR LA TACHE DE REPETITION .....	131
FIGURE 17 : SCHEMA DE L'EXPERIMENTATION POUR LA TACHE DE DESCRIPTION D'IMAGE .....	132
FIGURE 18 : EXEMPLE D'ANNOTATION DE LA /GA/ (AU-DESSUS) ET /GU/ (EN BAS) .....	134
FIGURE 19 : EXEMPLE SCHEMATISE DES TROIS VALEURS FORMANTIQUES PRISES LE LONG DU F2 : AU DEBUT DE LA VOYELLE (F2 <sub>CONS</sub> ), A 10% (F2 <sub>10%</sub> ) ET A 50% (F2 <sub>50%</sub> ) .....	135
FIGURE 20 : FICHIER RECAPITULANT POUR CHAQUE SYLLABE, LA VOYELLE ANNOTEE, SON TEMPS D'APPARITION (NUMERO), LA VALEUR MOYENNE DE F2 (F2), LA VALEUR DE F2 <sub>CONS</sub> , (F2-DEB), LA VALEUR MOYENNE DE F2 A 10% (F2_10), CELLE A 50% (F2_50), ET LE Δ F2 (F2_DELTA) .....	137
FIGURE 21 : EXEMPLE DE PENTE DE COARTICULATION K ISSUE DE L'EQUATION DU LOCUS. LA PENTE EST CALCULEE SUR LES 3 CONSONNES /B, D, G/. LES VALEURS ENCERCLEES SONT CELLES QUE NOUS AVONS VERIFIEES SOUS PRAAT .....	137
FIGURE 22 : FICHIER RECAPITULANT LES VALEURS DE K ET DE B .....	138
FIGURE 23 : EXTRAIT ANNOTE DE LA DESCRIPTION D'IMAGE .....	139
FIGURE 24 : EXEMPLE D'UNE DOUBLE DISFLUENCE .....	142
FIGURE 25 : EXEMPLE D'UNE ERREUR DE SUBSTITUTION DE PHONEME. LE LOCUTEUR DIT : « ...UNE FICHE QUI PREND SA DOUCHE, UNE FILLE, OHLALALA ! » .....	143
FIGURE 26 : DEGRE DE PENTE K EN FONCTION DES CONSONNES, ET DES GROUPES (BEGUES/FLUENTS) POUR LES FRANÇAIS .....	153
FIGURE 27 : PENTE K ET INTERCEPT B POUR CHAQUE PERSONNE BEGUE, FRANÇAISE (EN HAUT), ITALIENNE (EN BAS) .....	155
FIGURE 28 : PENTE K ET INTERCEPT B POUR CHACUN DES SUJETS, BEGUES ET FLUENTS, FRANÇAIS (EN HAUT), ET ITALIENS (EN BAS) .....	157
FIGURE 29 : PENTE DE COARTICULATION K EN SR EN FONCTION DE K EN AAF CHEZ LES BEGUES FRANÇAIS (EN HAUT) .....	162



FIGURE 30 : POUR LES FRANÇAIS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES FLUENTES (FLU) ET LES PERSONNES QUI BEGAIENT (PQB), DANS LES SYLLABES /CV/ (A GAUCHE) ET /SCV/ (A DROITE), POUR CHAQUE LIEU D'ARTICULATION.....	165
FIGURE 31 : POUR LES ITALIENS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES FLUENTES (FLU) ET LES PERSONNES QUI BEGAIENT (PQB), DANS LES SYLLABES /CV/ (A GAUCHE) ET /SCV/ (A DROITE) POUR CHAQUE LIEU D'ARTICULATION.....	166
FIGURE 32 : MOYENNES DE $\Delta F2$ PAR CONSONNE, ET PAR GROUPE (BEGUES VS FLUENTS), POUR LES FRANÇAIS (EN HAUT) ET POUR LES ITALIENS (EN BAS) .....	167
FIGURE 33 : MOYENNES DE $\Delta F2$ POUR LES 4 GROUPE DANS LES SYLLABES CV (EN HAUT) ET SCV (EN BAS) .....	168
FIGURE 34 : POUR LES FRANÇAIS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES FLUENTES (FLU) .....	170
FIGURE 35 : POUR LES ITALIENS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES FLUENTES (FLU) .....	170
FIGURE 36 : CHEZ LES FRANÇAIS (EN HAUT) ET LES ITALIEN (EN BAS), $\Delta F2$ DANS LES SYLLABES /CrV/ ET /sCrV/ .....	171
FIGURE 37 : POUR LES BEGUES FRANÇAIS OBTENUS CHEZ LES PERSONNES QUI BEGAIENT .....	175
FIGURE 38 : POUR LES BEGUES ITALIENS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES QUI BEGAIENT EN CONDITION AAF ET EN CONDITION SR, DANS LES SYLLABES /CV/ (A GAUCHE) ET /SCV/ (A DROITE), POUR CHAQUE LIEU D'ARTICULATION .....	176
FIGURE 39 : POUR LES BEGUES FRANÇAIS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES QUI BEGAIENT .....	177
FIGURE 40 : POUR LES BEGUES ITALIENS, $\Delta F2$ OBTENUS CHEZ LES PERSONNES QUI BEGAIENT .....	177
FIGURE 41 : REPARTITION DES DISFLUENCES, CHEZ CHACUN DES SUJETS, EN FONCTION DE LA STRUCTURE DE LA SYLLABE-CIBLE .....	186
FIGURE 42 : POUR CHAQUE SUJET, REPARTITION DES DISFLUENCES EN FONCTION DE LA STRUCTURE DE LA SYLLABE .....	187
FIGURE 43 : POURCENTAGE DE DISFLUENCES EN FONCTION DE LA STRUCTURE DE LA SYLLABE-CIBLE .....	190
FIGURE 44 : POUR CHAQUE SUJET, REPARTITION DES DISFLUENCES EN FONCTION DE LA STRUCTURE DE LA SYLLABE .....	190
FIGURE 45 : CHEZ LES FRANÇAIS, NOMBRE D'ERREURS FAITES PAR LES BEGUES (A GAUCHE) ET LES FLUENTS (A DROITE) .....	194
FIGURE 46 : NOMBRE D'ERREURS FAITES PAR LES BEGUES ITALIENS .....	194
FIGURE 47 : PROPORTION D'ERREURS EN FONCTION DE LA STRUCTURE DES SYLLABES-CIBLES CHEZ LES BEGUES FRANÇAIS (A GAUCHE) .....	195
FIGURE 48 : REPARTITION, CHEZ LES BEGUES FRANÇAIS (A GAUCHE) ET LES BEGUES ITALIENS (A DROITE) DU NOMBRE D'ERREURS .....	196
FIGURE 49 : POURCENTAGES D'ERREURS EN FONCTION DE LA FREQUENCE DES SYLLABES-CIBLES CCV/CCCV .....	196
FIGURE 50 : CHEZ CHACUN DES SUJETS BEGUES FRANÇAIS (A GAUCHE) ET ITALIENS (A DROITE), NOMBRE D'ITEMS CONTENANT UNIQUEMENT DES DISFLUENCES, UNIQUEMENT DES ERREURS, OU LES DEUX A LA FOIS .....	198
FIGURE 51 : NOMBRE D'ERREURS CHEZ CHACUN DES ENFANTS BEGUES ET FLUENTS .....	198
FIGURE 52 : REPARTITION DES ERREURS EN FONCTION DE LA STRUCTURE DE LA SYLLABE-CIBLE .....	199
FIGURE 53 : REPARTITION, CHEZ LES ENFANTS BEGUES FRANÇAIS, DU NOMBRE D'ERREURS EN FONCTION .....	199
FIGURE 54 : CHEZ CHACUN DES ENFANTS BEGUES FRANÇAIS, NOMBRE D'ITEMS CONTENANT UNIQUEMENT .....	200
FIGURE 55 : NOMBRE DE PHENOMENES DE LENITION FAIT PAR LES BEGUES FRANÇAIS (A GAUCHE) ET LES FLUENTS FRANÇAIS (A DROITE) .....	202
FIGURE 56 : NOMBRE DE PHENOMENES DE LENITION FAIT PAR LES BEGUES ITALIENS (A GAUCHE) ET FLUENTS ITALIENS (A DROITE) .....	202
FIGURE 57 : PROPORTION DE PHENOMENES DE LENITION EN FONCTION DE LA STRUCTURE DES SYLLABES-CIBLES CHEZ LES BEGUES FRANÇAIS (A GAUCHE) ET LES BEGUES ITALIENS (A DROITE) .....	203
FIGURE 58 : NOMBRE DE PHENOMENES DE LENITION CHEZ CHACUN DES ENFANTS FRANÇAIS BEGUES ET FLUENTS (EN HAUT) .....	204
FIGURE 59 : POUR LE SUJET A, POURCENTAGE DE DISFLUENCES DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS. LA REPARTITION DES DISFLUENCES EST EGALEMENT FONCTION DE LEUR LOCALISATION DANS LE MOT .....	209
FIGURE 60 : POUR LE SUJET A, VALEURS DE $\Delta F2$ DU PARTICIPANT A DANS LES SYLLABES /BRA/SBRA/ (PREMIER GRAPHE A GAUCHE), /DRA/SDRA/ (SECOND GRAPHE), /GRA/SGRA/ (TROISIEME GRAPHE). POUR COMPARAISON APPARAISSENT LA MOYENNE DES FLUENTS ET CELLE DES BEGUES.....	210
FIGURE 61 : CHEZ LE SUJET B, POURCENTAGE DES DISFLUENCES DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS.....	211

FIGURE 62 : POUR LE SUJET B, VALEURS DE $\Delta F2$ DU PARTICIPANT B DANS LES SYLLABES /BRA/SBRA/ (PREMIER GRAPHE A GAUCHE), /DRA/SDRA/ (SECOND GRAPHE), /GRA/SGRA/ (TROISIEME GRAPHE). POUR COMPARAISON APPARAISSENT LA MOYENNE DES FLUENTS ET CELLE DES BEGUES.....	212
FIGURE 63 : POUR LE SUJET F, POURCENTAGE DES DISFLUENCES DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS. LES DISFLUENCES SONT EGALEMENT REPRESENTES EN FONCTION DE LEUR LOCALISATION DANS LE MOT .....	212
FIGURE 64 : POUR LE SUJET F, VALEURS DE $\Delta F2$ DU PARTICIPANT F DANS LES SYLLABES /BRA/SBRA/ (PREMIER GRAPHE A GAUCHE), /DRA/SDRA/ (SECOND GRAPHE), /GRA/SGRA/ (TROISIEME GRAPHE). POUR COMPARAISON APPARAISSENT LA MOYENNE DES FLUENTS ET CELLE DES BEGUES.....	213
FIGURE 65 : POURCENTAGE D'ERREURS DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS .....	214
FIGURE 66 : POUR LE SUJET EA, POURCENTAGE DE DISFLUENCES DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS .....	217
FIGURE 67 : POUR LE SUJET EA, POURCENTAGE D'ERREURS DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS .....	218
FIGURE 68 : POUR LE SUJET EB, POURCENTAGE DE DISFLUENCES DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS .....	219
FIGURE 69 : POUR LE SUJET EB, POURCENTAGE D'ERREURS DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS .....	220
FIGURE 70 : POUR LE SUJET EC, POURCENTAGE DE DISFLUENCES DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS .....	221
FIGURE 72 : POUR LE SUJET EC, POURCENTAGE D'ERREURS DANS CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS.....	225
FIGURE 71 : POUR LE SUJET EC, NOMBRE DE MOTS PORTEURS D'UNE ERREUR ET PORTEUR D'UNE ERREUR ASSOCIEE A UNE DISFLUENCE....	222
FIGURE 72 : SCHEMA DU CONTINUUM DE LA FLUENCE INSPIRE DES THEORIES SUR LES CAPACITES MOTRICES DE PAROLE (PETERS ET AL., 2000 ; VAN LIESHOUT ET AL., 2004) .....	241
FIGURE 73 :SCHEMA DU CONTINUUM DE PETERS ET AL. (2000) ET DES ZONES POSSIBLES A TRAVAILLER.....	244

## Liste des tableaux

TABLEAU 1 : ILLUSTRATION DE LA CRH (COVERT REPAIR HYPOTHESIS) . TABLEAU REPRODUIT D'APRES HARTSUIKER ET AL. (2005).....	28
TABLEAU 2 : RESUME DES TACHES ET MESURES PERMETTANT D'ÉVALUER LES PROCESSUS PHONOLOGIQUES .....	33
TABLEAU 3 : RECAPITULATIF DE CERTAINES PRINCIPALES ETUDES SUR LES ASPECTS PHONOLOGIQUES DU BEGAIEMENT, CHEZ LES ENFANTS QUI BEGAIENT.....	41
TABLEAU 4 : TABLEAU RECAPITULATIF .....	49
TABLEAU 5 : INDICE DE COMPLEXITE PHONETIQUE DE JAKIELSKI PRIS DANS HOWELL ET AL. (2006).....	51
TABLEAU 6 : VALEURS DE $k$ ET $b$ PRISES DANS L'ETUDE DE SUSSMAN, (1991).....	65
TABLEAU 7 : VALEURS DE $k$ ET $b$ POUR L'ANGLAIS AMERICAIN, LE SUEDOIS, LE THAI, L'ARABE, L'URDU, ET L'ITALIEN .....	66
TABLEAU 8 : VALEURS DES PENTES $k$ ET DE $b$ DE L'EQUATION DU LOCUS, DANS LES SYLLABES ATONES (AU-DESSUS) ET TONIQUES (AU-DESSOUS) PRONONCEES PAR LES SUJETS BEGUES ET FLUENTS DE L'ETUDE DE ZMARICH ET MARCHIORI (2004) .....	70
TABLEAU 9 : VALEURS DES PENTES $k$ ET DE $b$ DE L'EQUATION DU LOCUS, DANS LES SYLLABES INITIALES ATONES (AU-DESSUS) ET TONIQUES (AU-DESSOUS) PRONONCEES PAR LES SUJETS BEGUES ET FLUENTS DE L'ETUDE DE PISCIOTTA ET AL. (2010) .....	71
TABLEAU 10 : COEFFICIENTS D'EQUATION DU LOCUS ( $k/b$ ), POUR 5 ADULTES BEGUES DE L'ETUDE DE SUSSMAN ET AL. (2011), ET LA MOYENNE DES COEFFICIENTS ( $k/b$ ) POUR LES LOCUTEURS CONTROLES .....	73
TABLEAU 11 : VALEURS MOYENNES DE $k$ ET $b$ OBTENUES CHEZ LES SUJETS QUI BEGAIENT DANS LES ETUDES DE SUSSMAN ET AL. (2011) ; ZMARICH ET MARCHIORI (2004) ; PISCIOTTA ET AL. (2010) .....	74
TABLEAU 12 : RESUMES DES PRINCIPALES ETUDES TRAITANT DE LA COARTICULATION CHEZ LES ADULTES QUI BEGAIENT. PQB= PERSONNES QUI BEGAIENT.....	80
TABLEAU 13 : RESUMES DES PRINCIPALES ETUDES TRAITANT DE LA COARTICULATION CHEZ LES ENFANTS QUI BEGAIENT. EQB= ENFANTS QUI BEGAIENT. SEE (STANDARD ERROR OF ESTIMATE) . FTR (FORMANT TRANSITION RATE) .....	81
TABLEAU 14 : LES TECHNIQUES DE FLUENCE ET LEUR POSSIBLE EXPLICATION D'UN POINT DE VUE PHONETIQUE ET DE CONTROLE MOTEUR ..	90
TABLEAU 15 : TABLEAU RECAPITULATIF. C (CONVERSATION), M (MONOLOGUE), L (LECTURE), VQ (VIE QUOTIDIENNE), DSF (DISFLUENCES), SE (SPEECH EASY) .....	113
TABLEAU 16 : REPARTITION DU NOMBRE DE SUJETS AVEC LA MOYENNE D'ÂGE ENTRE PARENTHESES, EN FONCTION DE LEUR LANGUE, ET DE LEUR FLUENCE.....	120
TABLEAU 17 : ENSEMBLE DES TACHES DE PAROLE REALISEES PAR LES PARTICIPANTS ITALIENS ET FRANÇAIS, DANS LES DEUX CONDITIONS PERCEPTIVES (SR : SANS RETOUR AUDITIF MODIFIE ; AAF : ALTERED AUDITORY FEEDBACK). LA TACHE DE REPETITION PERMET UNE ETUDE CROSS-LINGUISTIQUE (EN GRIS FONCE). LA TACHE DE DESCRIPTION D'IMAGE PERMET UNE ETUDE UNIQUEMENT EN FRANÇAIS (EN GRIS CLAIR) .....	121
TABLEAU 18 : RESUME DES CARACTERISTIQUES DES DEUX CORPUS, ITALIEN ET FRANÇAIS.....	125
TABLEAU 19 : FREQUENCES D'APPARITION DES SYLLABES CONTENANT /ba/ (PAR 11,8 MILLIONS D'OCCURRENCES). LA DERNIERE LIGNE EN GRAS REPRESENTE LA SOMME DE L'ENSEMBLE DES FREQUENCES (TYPE ET TOKEN) DES SYLLABES AFIN D'OBTENIR LA FREQUENCE D'OCCURRENCE DU BIGRAMME /ba/ .....	126
TABLEAU 20 : FREQUENCES DE TYPE ET DE TOKEN (EN MILLION D'OCCURRENCES) POUR LES SYLLABES-CIBLES, POUR LE FRANÇAIS ET L'ITALIEN (NORMALISE) .....	127
TABLEAU 21 : TABLEAU PRESENTANT L'ENSEMBLE DES MOTS-CIBLES PRESENTS DANS L'IMAGE .....	128
TABLEAU 22 : LES DIFFERENTS CAS DE FIGURE D'ANNOTATION DE MOTS PHONOLOGIQUES TENANT COMPTE DES PHENOMENES DE RESYLLABATION, DE LIAISONS ET DE SUITES CONSONANTIQUES.....	140
TABLEAU 23 : EXEMPLE D'UNE PHRASE ANNOTEE.....	141
TABLEAU 24 : ANNOTATION DES DISFLUENCES.....	141
TABLEAU 25 : EXTRAIT D'UN FICHIER EXCEL DANS LEQUEL CHAQUE MOT EST SPECIFIE EN TERME DE STRUCTURE OU CATEGORIE, ET DE PRESENCE DE DISFLUENCES ET/OU D'ERREURS .....	144

TABLEAU 26 : POUR CHAQUE SUJET BEGUE FRANÇAIS (EN HAUT), ITALIEN (EN BAS), SON AGE ET LA SEVERITE DE SON BEGAIEMENT : TRES LEGER (TL), LEGER (L), MODERE (M), SEVERE (S) .....	152
TABLEAU 27 : MOYENNE DES PENTES <i>K</i> ET ECARTS TYPES (ET) POUR CHAQUE LIEU D'ARTICULATION, CHEZ LES FLUENTS FRANÇAIS ET ITALIENS .....	154
TABLEAU 28 : VALEURS DES DEGRES DE COARTICULATION <i>K</i> CHEZ LES PERSONNES BEGUES, EN FONCTION DES CONSONNES, DE LA CONDITION ET DE LA LANGUE .....	163
TABLEAU 29 : VALEURS DES DEGRES DE COARTICULATION <i>K</i> CHEZ LES PERSONNES FLUENTES, EN FONCTION DES CONSONNES, DE DE LA LANGUE .....	163
TABLEAU 30 : MOYENNES (MOY) ET ECARTS TYPES (ET) DES VALEURS DE $\Delta F2$ POUR LES FRANÇAIS, LES ITALIENS, BEGUES ET FLUENTS	167
TABLEAU 31 : MOYENNES (MOY) ET ECARTS TYPES (ET) DES VALEURS DE $\Delta F2$ POUR LES FRANÇAIS, LES ITALIENS, BEGUES ET FLUENTS	171
TABLEAU 32 : TABLEAU SYNTHETIQUE DES RESULTATS OBTENUS AU NIVEAU DE LA PENTE <i>K</i> ET AU NIVEAU DES $\Delta F2$ .....	178
TABLEAU 33 : SEVERITE DU BEGAIEMENT, TOTAL DE DISFLUENCES PRODUITES LORS DE LA TACHE DE REPETITION, TOTAL DE PHRASES PORTEUSES, ET REPARTITION DES DISFLUENCES EN FONCTION DE LA LOCALISATION : INITIALE (NBR_DISF_I), MEDIANE (NBR_DISF_M) , FINALE (NBR_DISF_F) CHEZ LES SUJETS BEGUES FRANÇAIS (EN HAUT) ET ITALIENS (EN BAS) .....	185
TABLEAU 34 : POUR CHAQUE CATEGORIE DE PHRASE, NOMBRE DE DISFLUENCES (NBR_DISF...), TOTAL DE PHRASES PORTEUSE (TOTAL...), ET POURCENTAGE DE DISFLUENCE (%DISF...).....	186
TABLEAU 35 : NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES FAITES PAR CHAQUE SUJET (TOTAL_DISF), PUIS DANS CHAQUE CATEGORIE DE PHRASE, POURCENTAGE DE DISFLUENCES (%DISF...) .....	187
TABLEAU 36 : SEVERITE DU BEGAIEMENT, TOTAL DE DISFLUENCES PRODUITES LORS DE LA TACHE DE REPETITION, TOTAL DE PHRASES PORTEUSES, ET REPARTITION DES DISFLUENCES EN FONCTION DE LA LOCALISATION : INITIALE (NBR_DISF_I), MEDIANE (NBR_DISF_M) , FINALE (NBR_DISF_F) CHEZ LES ENFANTS BEGUES FRANÇAIS.....	189
TABLEAU 37 : POUR CHAQUE CATEGORIE DE PHRASE, NOMBRE DE DISFLUENCES (NBR_DISF...), TOTAL DE PHRASES PORTEUSE (TOTAL...), ET POURCENTAGE DE DISFLUENCE (%DISF...).....	190
TABLEAU 38 : NOMBRE DE DISFLUENCES FAITES PAR CHAQUE SUJET (NBR_DISF), PUIS DANS CHAQUE CATEGORIE DE PHRASE, POURCENTAGE DE DISFLUENCES (%DISF...) .....	191
TABLEAU 39 : NOMBRE DE DISFLUENCES FAIT EN SR (NBR_DISFSR) ET, CELUI OBTENU EN AAF (NBR_DISFAAF) POUR LES SUJETS ADULTES BEGUES FRANÇAIS ET ITALIENS .....	192
TABLEAU 40 : POUR LES ENFANTS BEGUES FRANÇAIS, NOMBRE DE DISFLUENCES EN SR (NBR_DISFSR) ET CELUI OBTENU EN AAF (NBR_DISFAAF) .....	192
TABLEAU 41 : DANS CHAQUE CATEGORIE DE PHRASES PORTEUSES (DEFINIES PAR LA STRUCTURE DES SYLLABES-CIBLES /V/, /CV/, OU /CCV/), NOMBRE D'ERREURS (NBR_ERR..), NOMBRE TOTAL DE PHRASES PORTEUSES (TOTAL...) ET POURCENTAGE D'ERREURS (%...), CHEZ LES LOCUTEURS FRANÇAIS (EN HAUT) ET LES LOCUTEURS ITALIENS (EN BAS) .....	195
TABLEAU 42 : NOMBRE D'ERREURS (NBR_ERR), TOTAL DE PHRASES PORTEUSES CONTENANT DES SYLLABES-CIBLES RARES (TOTAL_RARES) OU FREQUENTES (TOTAL_FREQ), ET LE POURCENTAGE D'ERREURS DANS CHAQUE CATEGORIE (PHRASES PORTEUSES DE SYLLABES- CIBLES RARES OU FREQUENTES), DANS CHACUNE DES LANGUES : FRANÇAIS (A GAUCHE), ITALIEN (ADROITE) .....	197
TABLEAU 43 : DANS CHAQUE CATEGORIE DE PHRASES PORTEUSES (CONTENANT SOIT DES SYLLABES-CIBLES /V/, SOIT DES /CV/, SOIT DES /CCV/), NOMBRE D'ERREURS (NBR_ERR..), NOMBRE TOTAL DE PHRASES PORTEUSES (TOTAL...) ET POURCENTAGE D'ERREURS (%...) .....	199
TABLEAU 44 : DANS CHAQUE CATEGORIE DE PHRASES PORTEUSES (DEFINIES PAR LA STRUCTURE DES SYLLABES-CIBLES /CV/, OU /CCV/), NOMBRE DE PHENOMENES DE LENITION (NBR_PL...), NOMBRE TOTAL DE PHRASES PORTEUSES DANS CHAQUE CATEGORIE(TOTAL...) ET POURCENTAGE DE PHENOMENES DE L'ENITION (%PL...), CHEZ LES LOCUTEURS FRANÇAIS (EN HAUT) ET LES LOCUTEURS ITALIENS (EN BAS).....	203

TABLEAU 45 : POUR LE SUJET A, POUR CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS, NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES (NBR_DISF), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS), ET POURCENTAGES DE DISFLUENCES DANS CHAQUE LOCALISATION : INITIALE (%I), MILIEU DE MOT (%M), FINALE DE MOT (%F), ET LES DISFLUENCES CONCERNANT DES MOTS ENTIERS (%ME).....	210
TABLEAU 46 : POUR CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS, NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES (NBR_DISF), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS), ET POURCENTAGES DE DISFLUENCES DANS CHAQUE LOCALISATION : INITIALE (%I), MILIEU DE MOT (%M), FINALE DE MOT (%F), ET LES DISFLUENCES CONCERNANT DES MOTS ENTIERS (%ME).....	211
TABLEAU 47 : POUR LE SUJET F, CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS, NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES (NBR_DISF), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS), ET POURCENTAGES DE DISFLUENCES DANS CHAQUE LOCALISATION : INITIALE (%I), MILIEU DE MOT (%M), FINALE DE MOT (%F), ET LES DISFLUENCES CONCERNANT DES MOTS ENTIERS (%ME).....	213
TABLEAU 48 : POUR LE SUJET F, NOMBRE TOTAL D'ERREURS, NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE ET POURCENTAGES D'ERREURS.....	214
TABLEAU 49 : POUR LE SUJET EA, OUR CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS, NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES (NBR_DISF), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS), ET POURCENTAGES DE DISFLUENCES DANS CHAQUE LOCALISATION : INITIALE (%I), MILIEU DE MOT (%M), FINALE DE MOT (%F), ET LES DISFLUENCES CONCERNANT DES MOTS ENTIERS (%ME).....	218
TABLEAU 50 : POUR LE SUJET EA, NOMBRE TOTAL D'ERREURS (NBR_ERR), NOMBRE TOTAL DE MOTS (NBR_MOTS) DANS CHAQUE CATEGORIE ET POURCENTAGES D'ERREURS (%ERR).....	218
TABLEAU 51 : POUR LE SUJET EB, POUR CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS, NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES (NBR_DISF), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS), ET POURCENTAGES DE DISFLUENCES DANS CHAQUE LOCALISATION : INITIALE (%I), MILIEU DE MOT (%M), FINALE DE MOT (%F), ET LES DISFLUENCES CONCERNANT DES MOTS ENTIERS (%ME).....	220
TABLEAU 52 : POUR LE SUJET EB, NOMBRE TOTAL D'ERREURS (NBR_ERR), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS) ET POURCENTAGES D'ERREURS (%ERR).....	220
TABLEAU 53: POUR LE SUJET EC, POUR CHACUNE DES CATEGORIES DE MOTS, NOMBRE TOTAL DE DISFLUENCES (NBR_DISF), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS), ET POURCENTAGES DE DISFLUENCES DANS CHAQUE LOCALISATION : INITIALE (%I), MILIEU DE MOT (%M), FINALE DE MOT (%F), ET LES DISFLUENCES CONCERNANT DES MOTS ENTIERS (%ME).....	221
TABLEAU 54 : POUR LE SUJET EC, NOMBRE TOTAL D'ERREURS (NBR_ERR), NOMBRE TOTAL DE MOTS DANS CHAQUE CATEGORIE (NBR_MOTS) ET POURCENTAGES D'ERREURS (%ERR).....	222
TABLEAU 55 : RECAPITULATIF DES RESULTATS ET AVIS CLINIQUES.....	237

# INTRODUCTION GENERALE

---

Cette thèse est née de questionnements issus de la pratique clinique. En effet, comme le met en avant le chapitre 1, le bégaiement est un trouble complexe, largement impacté par de nombreux facteurs (génétiques, de fonctionnement cérébral, émotionnels, environnants...). Les facteurs linguistiques semblent aussi jouer un rôle. En effet, le bégaiement est souvent associé à un trouble de langage et/ou de parole, comme on le constate en clinique. En tant qu'orthophoniste, il est vrai que les premières questions se sont plus portées sur les disfluences et les compétences langagières. Quelles sont les capacités langagières des personnes qui bégaiement au niveau phonologique ? Est-ce que la complexité phonologique influence le bégaiement ? Comment alors orienter la prise en charge ? Si les disfluences sont les aspects les plus visibles du bégaiement, la parole perceptivement fluente des personnes qui bégaiement porte-t-elle les marques d'une fragilité sous-jacente ? Et puis, bien sûr, la grande question de l'étrange influence du feedback auditif chez les personnes qui bégaiement. Pourquoi la modification du feedback auditif entraîne une amélioration de la fluence chez beaucoup de personnes qui bégaiement ?

C'est finalement à partir de ces vastes questions, dont beaucoup resteront sans réponse, que cette recherche a pris forme.

Le chapitre 1 définit le bégaiement dans ses aspects multi-factoriels, en insistant plus particulièrement sur les facteurs langagiers. Il permet également de donner quelques rapides aspects de prise en charge. Le chapitre 2 s'intéresse aux compétences phonologiques des enfants et des adultes qui bégaiement, et à l'influence de la complexité phonologique sur la parole bégue. Le chapitre 3 détaille les manifestations phonétiques pour pouvoir dresser un tableau entre autres des caractéristiques de la parole fluente des personnes qui bégaiement. Il explique également la parole bégue à la lumière des théories sur les capacités motrices de parole. Le chapitre 4 aborde le rôle du feedback auditif dans la parole bégue et détaille les effets de la modification du feedback auditif.

Nous avons voulu étudier la parole fluente et disfluente des personnes qui bégaiement, adultes et enfants, dans deux langues différentes (français et italien). Nous avons notamment souhaité étudier l'impact de la complexité phonologique et de la modification du feedback auditif sur la parole perceptivement fluente à un niveau sub-phonémique. Mais nous avons également analysé

les erreurs et les disfluences, manifestations plus saillantes du bégaiement. La méthodologie est présentée dans le chapitre 5.

Les chapitres 6, 7, et 8 donnent les résultats et leurs interprétations. Enfin le chapitre 9 nous permet de conclure et d'apporter des perspectives à la fois pour de futures recherches et pour la prise en charge orthophonique.

L'orientation prise a été celle d'une recherche de type expérimentale et paraissant éloignée de la pratique clinique. Pourtant, si les applications pratiques ne sont pas directes, la recherche en parole sur des protocoles expérimentaux très contrôlés permet de compléter la compréhension que l'on a actuellement du trouble. Et cette compréhension affinée a finalement des conséquences en termes de prises en charge. Nous nous efforçons tout au long de ce travail, de passer certaines données de la recherche au filtre de la pratique clinique.

# Chapitre 1

---

Le bégaiement : définition, facteurs en jeu,  
modèles généraux



Le bégaiement est un trouble multi-factoriel et complexe. Ce premier chapitre tente d'en donner une vision relativement globale. Il aborde tout d'abord le trouble de manière générale en essayant de le définir. Puis il se concentre sur les aspects constitutionnels et développementaux, en présentant succinctement les facteurs liés à l'activité cérébrale, et plus spécifiquement sur les aspects sensoriels, et les aspects langagiers. L'ensemble de ces intrications multifactorielles est représentée dans deux modèles théoriques généraux que nous expliquons, avant de donner en dernier point, quelques éléments de prise en charge.

## **1 *Généralités***

### **1.1 LES TERMES EMPLOYES**

Guitar, (2013) chercheur et clinicien, prend le soin d'annoncer les termes qu'il convient d'employer lorsqu'on parle du bégaiement, et plus précisément des personnes qui bégaiant. En effet, depuis quelques années, le terme de « bègue » pour qualifier une personne qui bégaiant n'est plus tellement usité. Ce terme, selon beaucoup, colle une étiquette, et amène à voir la personne uniquement à travers son trouble de parole. Ainsi, il est d'usage d'employer le terme de « personne qui bégaiant », moins réducteur. Nous nous efforcerons donc, tout au long de la présentation de ce travail, d'employer cette dernière expression. Par souci d'harmonie de lecture, nous emploierons également « personnes bègues » qui nous semble, en terme de signification véhiculée, encore différent de « bègues » employé seul. Toutefois, lors de la présentation des résultats, le terme de « bègues » en tant que groupe étudié pour cette recherche sera employé d'une part pour la simplification de la présentation, d'autre part pour faire stricte opposition au groupe témoin affiché comme représentant les « fluents ».

### **1.2 DEFINITION**

#### **1.2.1 *Les symptômes primaires***

Le bégaiement est un trouble fluctuant, variable, dont les symptômes premiers, que l'on appelle les disfluences, sont des difficultés motrices de l'écoulement de la parole empêchant la personne de dire ce qu'elle souhaite. La personne sait ce qu'elle veut dire, mais elle est dans l'incapacité momentanée de le faire en raison des disfluences. La définition donnée par l'organisation mondiale de la santé est la suivante : “Disorder in the rhythm of speech, in which the individual knows precisely what he wishes to say, but at the time is unable to say it because of

an involuntary, repetitive prolongation or cessation of a sound”<sup>1</sup> (World Health Organisation, 1977). Les trois types de disfluences les plus classiques sont les répétitions de phonèmes, de syllabes, éventuellement de mots, les prolongations de phonèmes et les blocages (Van Riper, 1992, p14). Ces disfluences sont la plupart du temps combinées. Font également partie des manifestations du trouble : les interjections et mots d’appui, les circonlocutions et périphrases.

Cette définition fait essentiellement apparaître les difficultés motrices. Or le bégaiement n’est pas un simple trouble de la parole. C’est un trouble complexe dont « la définition a évolué et est encore controversée allant du trouble neuro-développemental et moteur au trouble de la communication » (Aumont-Boucand, 2013, p3) qui apparaît avant tout en situation d’échange avec un interlocuteur (surtout pour le bégaiement de l’adulte). « Stutterers can talk fluently when they are alone » <sup>2</sup>(p14, Kehoe, 2009). En revanche, dès qu’il y a échange, le bégaiement se manifeste plus ou moins intensément en fonction de l’interlocuteur, de la situation de communication, et des émotions qui y sont associées.

### **1.2.2 Les symptômes secondaires**

Classiquement, le bégaiement est imagé par un iceberg (Van Riper, 1992, p210-211). Pour faire un rapide résumé, la partie émergée représente les manifestations visibles du bégaiement (symptômes primaires, rougeur, sudation, variation de débit, d’intensité vocale...). La partie immergée représente les manifestations non-visibles (émotions, sentiments souvent négatifs, schémas de croyance...). Ces manifestations non visibles peuvent s’amplifier au fur et à mesure de l’installation de bégaiement, et peuvent engendrer souffrance et handicap. Bien souvent face à une situation vécue négativement par le locuteur (situation de communication dans laquelle il a beaucoup bégayé), des sentiments de honte, de frustration, voire de peur peuvent s’installer. De Chassey & Brignone, (2003) expliquent qu’ils peuvent entraîner des comportements d’anticipation anxieuse et d’évitement. Tout un système de croyances peut alors se mettre en place chez la personne qui bégaye et favoriser l’installation d’un véritable cercle vicieux (figure 1). Les habiletés sociales en sont alors être gauchies, voire inadaptées.

---

<sup>1</sup> Trouble du rythme de la parole dans lequel l’individu sait précisément ce qu’il veut dire mais ne peut le dire sur le moment en raison d’une prolongation de son ou d’un blocage involontaires, et répétitifs.

<sup>2</sup> Les personnes qui bégayaient peuvent parler de manière fluide quand ils sont seuls.

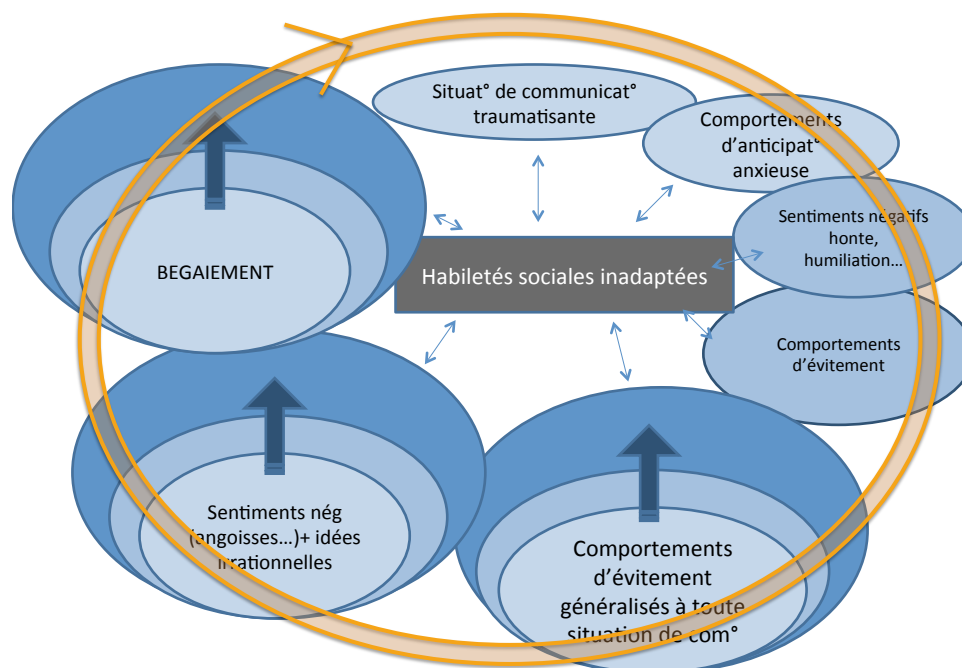


Figure 1: le cercle vicieux du bégaiement

### 1.2.3 Les comportements accompagnateurs

Ces comportements font partie, comme les disfluences, de la partie émergée de l'iceberg, puisqu'ils sont apparents, et sont souvent marqués par des signes d'efforts et de tensions. Ils regroupent (De Chassey & Brignone, 2003, p18-19; Bloodstein & Bernstein-Ratner, 2008) :

- des troubles du tonus : les syncinésies (diffusion de la contraction musculaire des muscles articulateurs de la parole à d'autres muscles), dystonies, des gestes saccadés au niveau des membres supérieurs, des tics, une tension corporelle généralisée.
- des « troubles » respiratoires caractérisés par une mauvaise synchronisation pneumo-phonique, se manifestant par des prises d'air ou des expirations inappropriées.
- des troubles psycho-physiologiques : rougeur, sudation, hyper-salivation ou au contraire sécheresse buccale, tachycardie...
- des troubles du comportement non-verbal : gestuelle, mimiques inadaptées, contact visuel fuyant, paramètres de voix altérés.

## 1.3 QUELQUES POURCENTAGES

Les chiffres autour du bégaiement sont parfois difficiles à obtenir, car le trouble est fluctuant, les méthodologies de recensement ne sont pas les mêmes en fonction des études...

Deux livres font un résumé d'un grand nombre d'études et permettent ainsi d'avoir une vision relativement globale : (Bloodstein & Bernstein-Ratner, 2008) et (Guitar, 2013).

« Stuttering is found in all parts of the world and in all cultures and races. It is indiscriminate of occupation, intelligence and incomes ; it affects both sexes and people of all ages, from toddlers to the elderly. »<sup>3</sup> (Guitar, 2013, p 5). Bloodstein & Bernstein-Ratner (2008), à partir des résultats de 44 enquêtes menées aux Etats-Unis et en Europe, établissent à 1% le pourcentage de personnes qui bégaièrent au sein d'une population à un moment donné.

Sur la base de 24 études, Bloodstein & Bernstein-Ratner (2008) estiment l'incidence autour de 5% (pourcentage de personnes qui ont bégayé dans leur vie). Cette incidence (nombre de personnes qui ont bégayé dans leur vie) est plus élevée que la prévalence (nombre de personnes qui bégaièrent au moment du recensement). En effet, le bégaiement est un trouble de la petite enfance qui se déclare en moyenne autour de 33 mois (dans une fourchette comprise entre 16 et 69 mois). Dans 85% des cas, le début se trouve entre 22 et 42 mois, au moment où l'enfant connaît une forte explosion langagière (Yairi & Ambrose, 2005 ; Reilly et al., 2009). Dans 49,6% des cas, le début est soudain (installation du bégaiement entre 1 et 3 jours) (Reilly et al., 2009). Le bégaiement connaît un pourcentage élevé de rétablissements spontanés, d'environ 74% (Yairi & Ambrose, 1999). Ainsi, parmi les enfants qui commencent à bégayer une majeure partie va s'arrêter spontanément, l'autre va persister dans le trouble, et entrer dans la chronicisation.

## ***2 Facteurs en jeu dans le bégaiement***

L'étiologie du bégaiement n'est pas encore définie par de réelles causes. Il existe une prédisposition génétique (Felsenfeld et al., 2000 ; Kang et al., 2010 ; Raza et al., 2010). De plus, les études en imagerie cérébrale (Fox et al. 1996 ; Braun et al., 1997 ; Salmelin et al., 1998 ; Fox et al., 2000 ; Brown et al., 2005 ; Corbera et al., 2005 ; Chang et al., 2008 ; Chang et al. 2009 ; Chang et al., 2011) révèlent des patterns d'activation différents entre les personnes qui bégaièrent et les personnes fluentes. Mais il est difficile d'interpréter ces différences en termes de causes ou de conséquences. Finalement, il est fréquent de trouver dans la littérature le terme de « facteurs explicatifs ». Nous présentons ci-après les facteurs liés à des particularités dans les structures et le fonctionnement cérébraux, dans les retours sensoriels et sensori-moteurs, ou parmi les facteurs

---

<sup>3</sup> « Le bégaiement se trouve dans toutes les parties du monde et dans toutes les cultures et les races. Il se manifeste indépendamment du métier, de l'intelligence et des revenus de la personne; il touche les deux sexes, et est présent à tous les âges, des tout-petits aux personnes âgées. »

langagiers. D'autres facteurs explicatifs sont souvent mis en avant au niveau émotionnel et psychologique. Mais nous n'abordons pas ces deux derniers.

## **2.1 LES FACTEURS D'ACTIVITE CEREBRALE**

Les études de l'équipe de Chang montrent des activations cérébrales différentes chez les adultes qui bégaiement (Chang et al., 2009 ; Chang et al., 2011) et chez les enfants (Chang et al., 2008). Notamment, Guitar, (2013) fait une revue des différentes études sur l'activité cérébrale des personnes qui bégaiement. Elles montrent qu'il existe chez les personnes qui bégaiement une sous-activation ou une activation anormale des aires motrices de la parole et des aires auditives. L'auteur souligne que le bégaiement impliquerait non seulement la production mais également la perception de la parole. Aussi, de nombreuses études montrent une activation moins intense, voire absente des aires auditives des personnes bégues (comparé à l'activation des homologues fluents) (Fox et al., 1996 ; Braun et al., 1997 ; Fox et al., 2000 ; Brown et al., 2005), suggérant que les mécanismes de contrôle auditif de la parole en cours de production seraient défaillants. Sur des tâches perceptives, Biermann-Ruben et al. (2005) révèlent une activation rolandique droite anormalement élevée chez les personnes qui bégaiement. L'étude de Corbera et al. (2005) est particulièrement intéressante. Par des mesures en neuro-imagerie, les auteurs montrent que les personnes présentant un bégaiement développemental (de modéré à sévère) ont des traces d'activation cérébrale anormale pendant la perception de sons de la parole, et non lors de la perception de sons purs. Cette anormale représentation des sons de la parole dans le cortex auditif conditionnerait les disfluences car une corrélation positive est trouvée entre la représentation déficitaire des sons de la parole et l'augmentation du nombre de disfluences et de leur sévérité. Leur hypothèse explicative est la présence d'un déficit dans le traitement des changements temporels rapides du signal de la parole chez les personnes qui bégaiement. Ces chercheurs considèrent ce déficit perceptif chez les personnes qui bégaiement, comme très important à étudier car il ouvre un autre volet dans l'explication du bégaiement. En effet, la plupart des hypothèses sur le bégaiement sont basées sur une mauvaise synchronisation ou sur l'existence d'erreurs dans le déroulement des étapes de production de la parole. Ces résultats, en revanche, montrent qu'un déficit perceptif pourrait être présent et jouer un rôle dans l'apparition des disfluences.

## **2.2 FACTEURS SENSORIELS ET SENSORI-MOTEURS**

La production de la parole génère trois types de retours sensoriels : auditif (externe et via la conduction osseuse), proprioceptif (sensation de la position, et du mouvement des articulateurs),

et tactile (sensation du toucher, contact entre les différents articulateurs) (Guenther, 2006 ; Guitar, 2013). Le rôle de la perception dans le bégaiement est surprenant puisque, en effet, toute modification du feedback auditif (bruits masquant, feedback retardé, feedback modifié en fréquences, parler voix dans la voix...) entraîne une amélioration de la fluence (Bloodstein, 1950 ; Andrews et al., 1982 ; Howell, 2004 ; Armson, 2006 ; Stuart et al., 2008 entre autres). L'effet est au contraire perturbant chez les personnes fluentes (Natke, 2000).

Le feedback visuel serait lui aussi une aide pour la fluence. Kalinowski et al. (2000) montrent que la parole des personnes bègues est améliorée si elles regardent une personne articulant face à elles le même texte sans entendre le son. Les personnes bègues auraient également une faiblesse au niveau des autres feedbacks, proprioceptifs (information concernant le mouvement) et tactiles (De Nil & Abbs, 1991).

## **2.3 LES FACTEURS LANGAGIERS**

Dans la plupart des cas, l'apparition du bégaiement a lieu au moment de l'explosion langagière (Bloodstein & Bernstein-Ratner, 2008 ; Reilly et al., 2009). Ce constat laisse supposer une éventuelle interaction entre des facteurs de type langagier et le bégaiement. Plus spécifiquement, dans le bégaiement, la fluence peut être perturbée par deux types de facteurs langagiers (développés dans les paragraphes qui suivent):

- Les facteurs liés aux niveaux de compétences langagières des personnes bègues
- Les facteurs de type formel (complexité des sons, des phrases...)

L'étude de cette interaction est importante pour avoir une bonne compréhension du bégaiement (Hall et al., 2007)

### **2.3.1 *Les compétences langagières des personnes qui bégaiement***

Certains auteurs analysent les compétences langagières par des tests standardisés (classiquement utilisés en orthophonie), d'autres par des protocoles expérimentaux.

Ryan, (1992) teste 20 enfants qui bégaiement et 20 enfants fluents sur des tests standardisés pour l'anglais (Arizona Articulation Proficiency Scale AAPS (Baker, 1973) ; Test of Language Development (TOLD) (Newcomer & Hammill, 1982) ; et le Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT) (Dunn & Dunn, 1981). L'auteur indique que globalement les compétences articulatoires sont identiques chez les enfants bègues et fluents. En revanche, le reste des compétences testées (lexique et syntaxe en compréhension et en production), montre que les enfants qui bégaiement sont dans les normes, mais toutefois en dessous des scores obtenus par les enfants fluents. Parfois, les tests révèlent aussi que les résultats des enfants bègues sont dans les normes mais beaucoup moins homogènes que ceux des enfants fluents testés (Coulter et al. 2009). Selon ces derniers

auteurs, une « dissociation » au sein des compétences langagières (les compétences testées sont dans les normes mais montrent une plus grande variabilité que celles des fluents) favoriserait l'apparition des disfluences. Plus récemment, Ntourou et al., (2011) passent en revue 22 études réalisées auprès d'enfants bégues et d'enfants fluents de 2 à 8 ans, et confirment que les personnes qui bégaiement ont des scores significativement plus bas que ceux des enfants fluents (sans signifier pour autant qu'ils ont un trouble).

Dans le cadre de protocoles expérimentaux, sur des tâches de jugement grammatical, les enfants qui bégaiement ont des résultats inférieurs à ceux de leurs homologues fluents (Bajaj et al., 2004). L'accès lexical serait ralenti chez la moitié des adultes bégues (Prins et al. 1997; Teitler-Brejon, 2000) ce qui ne serait pas le cas chez les enfants bégues (Silverman & Bernstein-Ratner, 2002 ; Batik et al., 2003 cité par Ward, 2006 ; Marion & Mars, 2012). Melnick et al. (2003) quant à eux trouvent que le système articulatoire des enfants bégues est immature (léger retard par rapport à celui des fluents). Enfin, une attention particulière s'est tournée sur l'étape de l'encodage phonologique qui s'avère être très sensible chez les personnes qui bégaiement. En effet, les résultats de nombreuses études convergent en faveur de différences subtiles ou marquées à ce niveau (Melnick et al., 2003 ; Hakim & Bernstein Ratner, 2004 ; Byrd et al., 2007 ; Weber-fox et al. 2008). Cependant, il semble que seule une partie des personnes qui bégaiement présente des différences à certaines étapes de production du langage/parole, ce qui laisse penser qu'il puisse exister un sous-groupe au sein des enfants bégues, et en particulier un sous-groupe constitué d'enfants présentant un bégaiement et un trouble phonologique associé (Yairi, 2007).

Les études que nous venons de citer montrent que les personnes qui bégaiement, et qui par ailleurs, n'ont pas de trouble de parole/langage associé, peuvent présenter de légères lacunes par rapport aux fluents. D'autres études se sont intéressées au bégaiement lorsqu'il est associé au trouble de parole/langage.

La concomitance d'un trouble langagier et du bégaiement est mise en évidence par plusieurs enquêtes menées auprès des professionnels suivant les enfants qui bégaiement. L'une d'elle (Arndt & Healey, 2001) est menée dans 10 états américains. Les orthophonistes qui répondaient au sondage devaient indiquer pour les enfants bégues qu'elles/ils suivaient, leur âge, le degré de sévérité du bégaiement et la présence d'un trouble de langage/phonologique associé. Les résultats indiquent que 44% des enfants qui bégaiement ont un trouble langagier concomitant au bégaiement. Parmi ces 44%, 32% ont un trouble phonologique seul associé au bégaiement et encore 33% ont un trouble phonologique et un trouble langagier autre associés au bégaiement. La présence concomitante

d'un trouble phonologique et du bégaiement, reste une question de recherche importante puisqu'elle serait un des signes d'alerte de la chronicisation du bégaiement (Yairi et al., 1996 ; Paden et al., 1999 ; Paden et al., 2002).

### **2.3.2 Les facteurs formels influençant la survenue de disfluences**

Le bégaiement est influencé par certaines caractéristiques linguistiques. Un des premiers à les avoir mises en évidence est Brown, (1945). Chez l'adulte, les disfluences se portent plus fréquemment sur :

- les consonnes
- les phonèmes en position initiale
- la parole en contexte (plutôt que dans des mots isolés)
- sur des mots *pleins* (noms, verbes, adjectifs, adverbes) plutôt que sur des mots *fonctions* (articles, prépositions, pronoms, conjonctions) (nous employons ici la terminologie psycholinguistique de Howell et al., (2000) auxquels nous faisons référence dans la suite de cette étude : chapitre 2
- sur les mots longs
- sur les mots situés en début de phrase
- sur les syllabes accentuées

Les études sur les conversations spontanées mettent en évidence l'impact de la complexité et de la longueur des phrases sur la survenue des disfluences (Logan & Conture, 1995 ; Yaruss, 1999 ; Melnick & Conture, 2000 ; Zackheim & Conture, 2003).

Un pattern développemental existe dans le bégaiement. Avec l'âge, les disfluences passent des mots fonctions aux mots pleins (Howell et al., 2000 ; Howell et al., 2006; Howell & Au-Yeung, 2007).

Pour résumer, cette première description rapide du bégaiement nous montre qu'il s'agit d'un trouble complexe difficile à synthétiser en raison de son aspect multifactoriel. Nous présentons ci-après deux modèles généraux non-exhaustifs qui tentent d'expliquer le trouble selon une vision globale.



### **3 Les modèles généraux**

Deux modèles, celui de Conture et al. (2006) et celui de Smith (1999), tentent de rendre compte de la diversité des facteurs jouant un rôle dans le bégaiement. Celui de Conture et al. (2006) est le plus général des deux.

#### **3.1 A COMMUNICATION-EMOTIONAL MODEL OF STUTTERING (CONTURE ET AL., 2006)**

Conture et al. proposent un modèle qui se veut global afin de prendre en compte tout l'aspect multifactoriel du bégaiement. Se basant sur le modèle classique de production de la parole de Levelt, (1989) et (Levelt, 1999), les auteurs font l'hypothèse que les dysfonctionnements qui peuvent avoir lieu à n'importe quelle étape du modèle, sont amplifiés par des *facteurs d'exacerbation* (réactions émotionnelles, ressenti de la personne au moment de l'énonciation). Ils peuvent être également favorisés par des *facteurs « distaux »*, c'est-à-dire externes à la situation de communication. Ces *facteurs distaux* comprennent tous les événements ou conditions de vie (traumatisme quelconque, conditions d'éducation, d'apprentissage, condition de vie, d'emploi-du-temps...) ainsi que les prédispositions génétiques. Ces deux types de facteurs, *distaux et d'exacerbation*, vont influencer les *facteurs internes* qui regroupent l'ensemble des processus qui se déroulent depuis la planification d'un énoncé jusqu'à la production de la parole. La conjonction de ces trois facteurs participerait à l'apparition des disfluences. Pour prendre un exemple, si une personne qui bégaye a des difficultés d'accès lexical (*facteur interne*) et qu'elle doive parler dans des conditions de contrainte temporelle (*facteurs distaux*), elle va peut-être ressentir du stress et des peurs anticipatrices (*facteurs d'exacerbation*), alors la pression mise par les facteurs distaux et d'exacerbation sur un système de production déjà vulnérable en raison de lacunes d'accès lexical (*facteurs internes*), risque d'entraîner les disfluences. Conture et al. (2006) précisent que cette conceptualisation concerne les adultes essentiellement puisque les processus de planification et production de la parole des enfants qui bégayent sont sous-tendus par des compétences en cours d'acquisition. Il est donc difficile de projeter le comportement adulte sur celui de l'enfant.

Ce modèle, présenté dans la figure 2, permet de prendre en compte les symptômes secondaires et montre leur impact sur la fluence mais reste à un niveau de représentation très global.

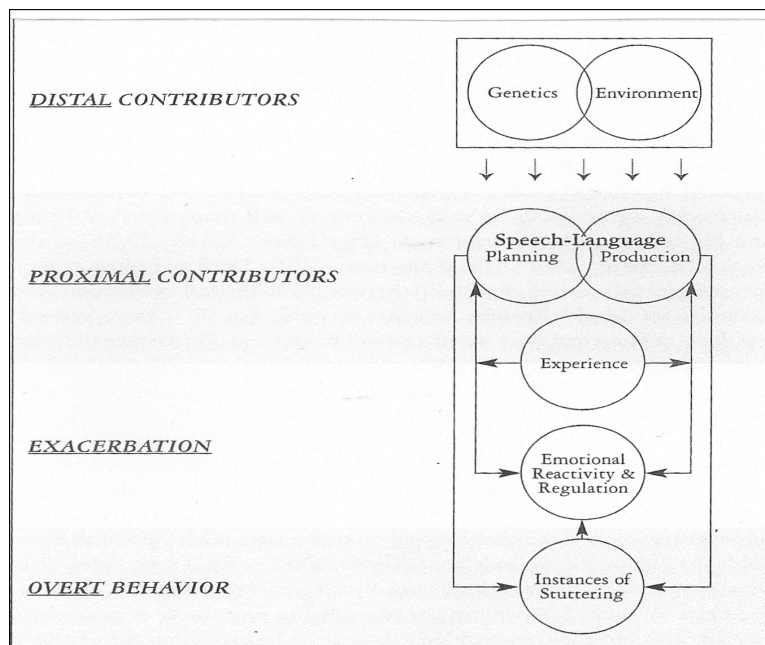


Figure 2 : A Communication-Emotional Model of Stuttering (Conture et al., 2006)

### 3.2 MODELE DYNAMIQUE MULTIFACTORIEL (SMITH, 1999)

Le modèle proposé par Smith (1999) (figure 3) cherche également à conceptualiser le bégaiement selon une vision multifactorielle. L'auteur souligne que s'attacher à décrire le bégaiement uniquement à travers le décompte statique des disfluences est une vision bien trop parcellaire et réductrice. Ce modèle insiste sur le caractère dynamique et changeant du bégaiement. Le trouble y est vu comme étant continu, présent même quand les disfluences ne sont pas apparentes. Selon l'auteur, les processus moteurs de la parole des personnes qui bégaiement sont lacunaires, et de fait instables. Ils sont imagés par un continuum allant de l'instabilité à la stabilité. Différents facteurs (cognitifs, linguistiques comme la complexité syntaxique, ou émotionnels comme l'anxiété du locuteur...) peuvent impacter ces processus moteurs, et les amener vers l'instabilité. Cette dernière, lorsqu'elle est très importante, se manifeste par des disfluences. Ces facteurs sont donc qualifiés de déstabilisants et viennent ajouter une charge supplémentaire sur le système moteur (par complexification ou poids émotionnel).

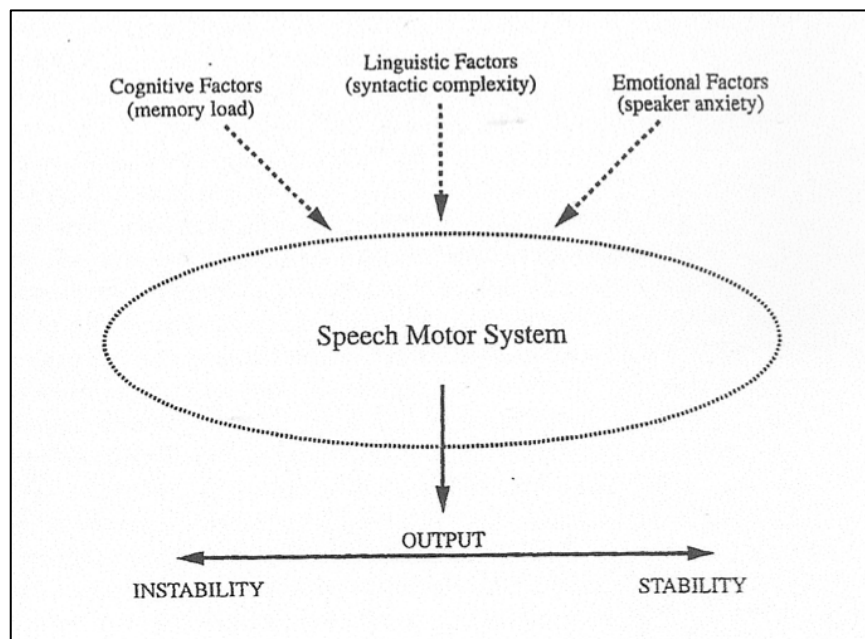


Figure 3 : Modèle dynamique multifactoriel (Smith, 1999)

Finalement, ces deux modèles constituent une autre manière, complémentaire, de représenter l'iceberg du bégaiement de Van Riper, (1992). Celui de Smith (1999) introduit une notion supplémentaire dans la mesure où il apporte la notion de continuum de la fluence dans laquelle les disfluences ne sont que les manifestations extrêmes d'une fragilité qui est également présente dans la parole fluente.

Nous présentons ci-après quelques éléments sur la prise en charge du bégaiement.

#### **4 La prise en charge du bégaiement**

Actuellement, une panoplie de traitements peut être proposée au patient en fonction de son âge, mais aussi de ses attentes ainsi que le montre bien le numéro 256 de la revue *Rééducation Orthophonique* consacré au bégaiement et dirigé par Véronique Aumont-Boucand.

Pour l'enfant, la prise en charge est parfois indirecte comme cela peut être fait dans le cadre d'un accompagnement parental souvent basé sur le *demands and capacities model* (Adams, 1990). Ce modèle avance que le bégaiement de l'enfant survient essentiellement quand les *demands* (linguistiques, cognitives, émotionnelles, environnementales...) excèdent les *capacities* (capacités de production fluente) de l'enfant. Ainsi, le travail ne se fait pas directement sur la fluence, mais sur les facteurs qui peuvent l'influencer. Avec les parents, l'orthophoniste cherche à identifier puis à adapter les différents facteurs pouvant impacter la fluence de l'enfant (pression temporelle, exigences langagières éventuellement excessives pour les capacités de l'enfant...). Le Centre

Mickael Palin, à Londres, propose également une prise en charge indirecte au moins dans un premier temps. Enfin, le *Lidcombe program* (Onslow & Packman, 1999) développé dans l'*Australian Struttering Research Center* à l'université de Sydney, propose un traitement direct de la fluence chez l'enfant d'âge pré-scolaire. Son efficacité est prouvée par de nombreuses recherches issues d'une collaboration étroite entre cliniciens et chercheurs (Jones et al., 2000 ; Harris et al., 2002 ; Jones et al., 2005 ; Rousseau et al., 2007 ; Jones et al., 2008 ).

Pour l'adulte, il existe le Camperdown Program qui fait l'objet de recherches internationales (O'Brian & Carey, 2012 ; 2013). Il s'agit d'un traitement comportemental ayant pour objectifs, dans un premier temps, de réduire ou éliminer le bégaiement grâce à la technique de la *parole prolongée*, puis de contrôler le bégaiement tout en diminuant l'utilisation de la technique de fluence, et enfin d'arriver à contrôler le bégaiement dans différentes situations de parole de la vie quotidienne. Dans une dernière phase, le programme propose de travailler avec le patient sur les éventuelles difficultés de transfert dans la vie quotidienne. Ce programme est basé sur des échelles d'auto-évaluation de la sévérité du bégaiement et du naturel de la parole, utilisées par le patient. Peuvent également être proposés des traitements basés sur les thérapies cognitivo-comportementales (De Chassey & Brignone, 2003 ; Brignone, 2013 ; De Chassey, 2013). Enfin, il existe aussi en France des stages intensifs (Souffront, 2013) au cours desquels les personnes qui bégaiement apprennent les techniques de fluence en se basant notamment sur le Camperdown Program, et s'entraînent de manière intensive au transfert des acquis de manière à maîtriser l'utilisation des techniques le plus rapidement possible dans des situations de parole spontanée. Lors de ces stages sont travaillées les habiletés de communication sur base des thérapies cognitivo-comportementales. Globalement, les différents types de prise en charge utilisent des techniques de fluence pour comprendre et contrôler le bégaiement, ainsi qu'une désensibilisation (réduction de l'impact des émotions sur la fluence) et un transfert dans la vie quotidienne. Dans un DVD, *les outils de la fluence* (Aumont-Boucand, 2012), l'auteur présente entre autres les différentes techniques de fluence et les transferts de compétences dans le cadre d'un stage intensif pour les personnes qui bégaiement. Les différentes techniques de fluence qui sont présentées dans ce DVD, et dans l'article de Souffront (2013) sont :

- **le bégaiement inverse** : la personne fait exprès de bégayer sur différents mots. Cet exercice a un double objectif :
  - désensibiliser le patient par rapport à la peur qu'il peut avoir du bégaiement. En effet, cet exercice permet de dédramatiser.

- permettre au patient de développer sa conscience de la physiologie du bégaiement. Cet exercice permet d'expérimenter différents degrés de tension, à différents lieux d'articulation.
- **l'ERASM** (Easy Relaxed Approach Smooth Movement), est une technique introduite par le professeur Hugo Grégory (Chicago). Elle consiste à allonger la voyelle initiale d'un mot (si le mot commence par une voyelle), ou à atténuer la consonne initiale (si le mot commence par une consonne).
- Actuellement en France, l'ERASM laisse plutôt la place à la technique de la **parole prolongée** qui associe réduction du débit de parole, allongement des voyelles, contacts articulatoires légers (atténuation des consonnes) et gestion du souffle (Souffront, 2013). L'entraînement à cette parole suppose un apprentissage préalable par visionnage d'un modèle sur une vidéo, puis l'utilisation d'échelles d'auto-évaluation de la sévérité du bégaiement et du naturel de la parole. Cette dernière échelle sert à quantifier la « dose » de technique utilisée par le patient (beaucoup de technique empêche l'expression d'une parole naturelle).
- Le **freezing** est une technique impliquant le passage d'un bégaiement involontaire à un bégaiement volontaire. Lors d'un blocage en parole spontanée, le patient doit prolonger son blocage, puis en sortir. L'idée est un apprentissage du contrôle des blocages (exploration de sensations proprioceptives).

Ce premier chapitre nous permet de nous rendre compte que la compréhension complète du bégaiement n'est pas encore atteinte. Il s'agit d'un trouble complexe ne pouvant se résumer à ses symptômes premiers, les disfluences. Des comportements accompagnateurs et des symptômes secondaires ont également une importance non négligeable dans l'expression du trouble. Par ailleurs, nous notons notamment que des facteurs langagiers peuvent interférer avec le bégaiement puisque chez une partie des personnes bégues les compétences langagières peuvent être lacunaires. Plus spécifiquement, des difficultés dans les compétences phonologiques pourraient être concomitantes voire en interaction avec le bégaiement. Nous avons donc voulu approfondir les caractéristiques phonologiques du bégaiement (chapitre 2). Par ailleurs, le modèle multifactoriel de Smith (1999) soulève la question de la pertinence de l'étude des disfluences seules. Les aspects phonétiques, même en parole fluente, paraissent fondamentaux à analyser. Nous avons donc choisi de les détailler dans le chapitre 3. Enfin, un fait surprenant est l'influence des feedbacks sensoriels (chapitre 4), et notamment auditif dans le bégaiement. Cette influence questionne la définition du bégaiement en tant que trouble de la production et l'oriente plutôt vers un trouble perceptivo-moteur.



# Chapitre 2

---

## Compétences phonologiques et bégaiement



Les compétences phonologiques des personnes qui bégaiement ont particulièrement été étudiées du fait de leur possible interaction avec le bégaiement. Ce second chapitre aborde, dans une première partie introductive, le bégaiement lorsqu'il est associé à un trouble phonologique. Dans une seconde partie sont résumées les hypothèses psycholinguistiques stipulant l'existence d'un lien entre le bégaiement et les capacités d'encodage phonologique. La troisième partie fait une synthèse des études s'étant intéressées spécifiquement à ce lien chez les enfants et les adultes qui bégaiement. La quatrième partie s'intéresse plus spécifiquement à l'influence de la complexité phonologique sur l'apparition des disfluences. Enfin, nous concluons et apportons quelques réflexions cliniques.

## **1 Lien entre un trouble phonologique et un bégaiement**

Nous l'avons vu dans le premier chapitre, un bégaiement peut s'accompagner d'un trouble de parole et ou de langage, et notamment d'un trouble phonologique. Les manifestations cliniques des deux troubles sont observées et analysées grâce à des tests standardisés (employés souvent par les orthophonistes pour évaluer les composantes du langage) et/ou grâce à l'analyse de corpus de parole spontanée. Comme mentionné au chapitre 1, il existe une concomitance forte entre le bégaiement et un trouble phonologique. En effet, selon Arndt & Healey (2001) 33% des enfants qui bégaiement présentent en parallèle, un trouble phonologique associé. Plus tard, Blood (2003) retrouve, dans une autre enquête, un pourcentage relativement élevé de concomitance des deux troubles chez les enfants bégues. La prévalence d'un trouble phonologique chez l'enfant qui bégaiement serait supérieure à celle de l'enfant fluent. Selon les études, les pourcentages varient. Globalement, Nippold (2002) qui passe en revue les études s'intéressant à l'éventuelle interaction entre les compétences phonologiques et le bégaiement, trouve entre 2 et 13% d'enfants fluents qui présentent un trouble phonologique, alors que ce trouble phonologique serait présent chez 30 à 40% des enfants qui bégaiement.

La concomitance de deux troubles ne signifie pas qu'il y ait interaction entre les deux troubles. Pourtant, savoir si les deux troubles interagissent a toute son importance en terme de thérapie. De nombreuses études ont donc tenté de vérifier la nature de la relation entre les deux troubles :

- Les études longitudinales qui cherchent à voir si la chronicisation du bégaiement est influencée par un trouble langagier et plus particulièrement un trouble phonologique.
- Les études qui s'intéressent aux enfants porteurs des deux troubles et qui regardent si l'apparition des disfluences est influencée par les erreurs phonologiques produites par l'enfant.

## 1.1 L'INFLUENCE DES CAPACITÉS LANGAGIÈRES SUR LA CHRONICISATION DU BÉGALEMENT

Six études longitudinales examinent l'influence des capacités articulatoires, phonologiques et langagières sur l'installation durable du bégaiement. Watkins et al. (1999) étudient 84 enfants qui bégaiement (62 qui ont récupéré et 22 qui ont persisté dans le trouble) sur 48 mois. Ils étudient la parole spontanée et font passer des tests standardisés. Aucune différence n'est trouvée entre les enfants dont le bégaiement a persisté et ceux dont le bégaiement s'est arrêté. Kloth et al. (1999) mènent une étude longitudinale de 6 ans auprès de 23 enfants d'âge préscolaire. Au bout de 6 ans, les enfants sont répartis en deux groupes en fonction de la chronicisation de leur bégaiement : ceux qui bégaiement encore donc qui sont considérés comme ayant un bégaiement chronicisé ; et ceux dont le bégaiement s'est arrêté. Les enfants dont le bégaiement a perduré, ont un débit articulatoire (défini comme correspondant à la durée d'un énoncé mesurée en syllabes par seconde, pauses exclues) plus variable que celui des enfants dont le bégaiement a disparu, ce qui suggère, selon les auteurs, un système moteur de parole « moins développé ». Par contre, l'étude ne montre pas de différence entre les capacités linguistiques des enfants qui bégaiement et celles des enfants fluents. Ryan (2001) qui teste 22 enfants qui bégaiement pendant 2 ans, ne trouve pas non plus de différence dans les capacités linguistiques des enfants qui ont persisté dans le bégaiement et celles des enfants dont le bégaiement s'est arrêté.

Cependant, trois études longitudinales (Paden & Yairi, 1996 ; Yairi et al., 1996 ; Paden et al., 1999) montrent que la présence d'un trouble phonologique associé au bégaiement pourrait être considérée comme un signe d'alerte de la chronicisation du bégaiement. Paden & Yairi (1996) analysent le bégaiement de 36 enfants bègues et leurs homologues fluents. Les enfants entrent dans l'étude dès le début des premiers signes de bégaiement. Au bout de trois ans, les enfants sont répartis dans trois groupes en fonction de l'évolution de leur bégaiement :

- 12 enfants dont le bégaiement est persistant plus de 36 mois après le début du trouble sont classés dans le groupe « chronicisé »
- 12 enfants dont le bégaiement a disparu entre 18 et 36 mois après le début du trouble sont classés dans le groupe des enfants « rétablis tardivement »
- 12 enfants dont le bégaiement a disparu dans les 18 mois après le début du trouble sont classés dans le groupe des enfants « précocement rétablis ».

Des enregistrements de parole spontanée et de passation du APP-R (*The Assessment of Phonological Processes-Revised*) (Hodson, 1986) sont analysés. Les tests ont été faits tous les 6 mois chez les enfants qui bégaiement et tous les ans pour les enfants fluents. Les comparaisons sont faites entre chaque groupe d'enfants bègues et leurs homologues fluents ; et entre les 3 groupes d'enfants qui

bégaient. Les résultats montrent que le groupe des enfants dont le bégaiement s'est chronicisé se différencie à la fois de ses homologues fluents et des deux groupes dont le bégaiement s'est arrêté. En effet, le pourcentage d'erreurs phonologiques fait au sein de ce groupe (dont le bégaiement s'est chronicisé) est supérieur à celui de tous les autres groupes. Par ailleurs, les groupes des enfants dont le bégaiement a disparu ont un comportement phonologique similaire à celui des fluents. Cependant, les auteurs notent de larges différences individuelles, et soulignent que la présence d'un trouble phonologique n'est pas suffisante pour prédire la chronicisation du bégaiement.

Yairi et al. (1996) font entrer dans leur étude 32 enfants qui bégaient en fonction des mêmes critères de chronicisation que ceux annoncés dans l'étude de Paden & Yairi (1996). Pour chaque groupe d'enfants bègues, des groupes d'enfants fluents sont constitués. Différentes mesures sont faites sur des corpus de parole spontanée et les passations de tests standardisés : nombre de disfluences, caractéristiques acoustiques des disfluences, capacités phonologiques évaluées par le APP-R, capacités langagières évaluées le Preschool Language Scale (PLS, Zimmerman et al., 1999), les caractéristiques physiques (tension visible, fuite du regard,...). Les auteurs montrent que la sévérité du bégaiement n'apparaît pas comme un facteur prédictif de chronicisation du bégaiement puisqu'au début du trouble, les enfants appartenant aux groupes dont le bégaiement s'est arrêté, font plus de disfluences que ceux dont le bégaiement s'est chronicisé. En revanche, les enfants dont le bégaiement s'est chronicisé ont des scores plus faibles que les autres groupes au niveau des capacités phonologiques et langagières. Plus spécifiquement, au niveau des capacités phonologiques, les enfants dont le bégaiement s'est chronicisé ont des performances en-dessous des autres groupes et en-dessous des normes établies pour le test, lors de la première visite. Cependant, un an plus tard, les capacités phonologiques de tous les groupes s'améliorent, y compris pour le groupe dont le bégaiement a persisté.

Enfin, Paden et al. (1999) étudient la parole au début de l'installation du bégaiement et comparent les capacités phonologiques d'enfants dont le bégaiement a persisté et d'enfants dont le bégaiement s'est arrêté tardivement. Sur un groupe de 84 enfants (22 enfants dont le bégaiement a persisté et 62 dont le bégaiement s'est arrêté) et sur une fourchette temporelle plus longue pour la définition de la chronicisation du bégaiement (fixée à 48 mois après le début du trouble au lieu de 36), les auteurs montrent que le groupe des enfants dont le bégaiement s'est chronicisé a des capacités phonologiques inférieures à celles des enfants qui se sont arrêtés de bégayer. Par ailleurs, l'étude du type d'erreurs montre que, sur un plan développemental, les capacités phonologiques des enfants de ces deux groupes, suivent le même pattern d'évolution que celui des enfants fluents (les erreurs sont faites sur les phonèmes d'émergence tardive). Finalement,

prises ensembles, ces études montrent que les enfants dont le bégaiement persiste, ont des capacités phonologiques plus faibles que ceux dont le bégaiement s'est arrêté, mais uniquement au début du trouble et sur une courte période. Par la suite, le comportement phonologique des groupes se normalise, mais plus lentement pour le groupe « chronicisé ».

Ainsi, il semble qu'une interaction existe entre phonologie et bégaiement, mais les auteurs de ces études invitent à la prudence. En effet, la période durant laquelle l'interaction semble effective est relativement courte et de grandes variabilités individuelles ont été notées. Ainsi, ils ne considèrent pas le trouble phonologique comme étant un facteur prédictif mais plutôt comme un signe d'alerte. Par ailleurs, ils précisent que la prédiction de la chronicisation du bégaiement ne peut se faire que sur un ensemble de facteurs (âge d'apparition, histoire du bégaiement, facteurs génétiques...)

Une autre méthode pour tester l'interaction entre le bégaiement et le trouble phonologique est d'analyser les corrélations entre les disfluences et les erreurs phonologiques. Le paragraphe suivant met en avant les conclusions des études qui s'intéressent à cette corrélation.

## **1.2 Y'A-T-IL UNE CORRÉLATION ENTRE SEVÉRITÉ DU BÉGALEMENT ET ERREURS PHONOLOGIQUES ?**

L'interaction devrait également se manifester par des différences dans la sévérité du bégaiement d'enfants avec trouble phonologique et sans trouble phonologique. Autrement dit, s'il y a interaction, certains auteurs supposent que la sévérité du bégaiement devrait être supérieure chez les enfants qui ont un trouble phonologique associé (par rapport à ceux qui ont un bégaiement seul).

Louko et al. (1990) étudient 30 enfants qui bégaiement et 30 enfants fluents. Au sein d'un corpus de parole spontanée (30 minutes en enregistrement vidéo et audio), les erreurs produites par les enfants sont comptabilisées. Ensuite, en fonction de leurs scores, les enfants sont répartis en deux groupes :

- *Compétences phonologiques normales* : ce groupe regroupe les enfants n'ayant pas de problème dans les compétences phonologiques ou présentant seulement des erreurs normales pour leur âge.
- *Trouble phonologique* : ce groupe rassemble les enfants montrant des compétences phonologiques atypiques.

Par ailleurs, des mesures sont faites au niveau des disfluences (fréquence, durée). Il en ressort que les erreurs sont plus nombreuses dans la parole des enfants qui bégaiement que dans celle des

enfants fluents. Néanmoins, les différences observées ne sont pas significatives et la sévérité du bégaiement n'est pas corrélée à celle des lacunes phonologiques observées. Ainsi, les enfants dont le bégaiement est le plus sévère ne font pas plus d'erreurs phonologiques que les autres. Les auteurs en concluent qu'il est tout de même possible que le trouble phonologique et le bégaiement soient liés, mais la nature de cette relation n'est pas clarifiée. « This "relation" neither implies that one disorder "causes" the other, nor that the two problems result from the same cause » (Louko et al., 1990, p200)<sup>4</sup>.

De même, Wolk et al. (1993) (enfants entre 4 et 6 ans), et Yaruss & Conture (1996) (enfants entre 3 et 6 ans) mènent des études qui comparent des enfants avec un bégaiement et un trouble phonologique à des enfants ayant un bégaiement seul ou un trouble phonologique seul (Wolk et al. (1993) pour cette dernière comparaison). Les résultats ne révèlent pas de différence entre les groupes. La sévérité du bégaiement n'est pas corrélée à celle du trouble phonologique. Et un trouble phonologique n'est pas nécessairement différent entre des enfants qui bégaiement et des enfants qui ne bégaiement pas. Comme le soulignent Gregg & Yairi (2007), il est possible que les différences n'apparaissent pas en raison de problèmes méthodologiques, notamment au niveau des critères de sélection des enfants. En effet, Gregg & Yairi (2007) insistent sur l'importance de sélectionner les enfants qui bégaiement avec beaucoup d'attention, sur une base épidémiologique. L'âge de début paraît être un facteur déterminant puisque le bégaiement et le trouble phonologique évoluent rapidement. Ainsi, les 28 enfants bègues inclus dans l'étude de Gregg & Yairi (2007) bégaiement depuis 6 mois au plus et sont âgés de 25 à 38 mois. Quatre groupes d'enfants bègues sont constitués : deux sont établis selon la sévérité du bégaiement (un groupe dont le bégaiement est léger et un dont le bégaiement est sévère) ; deux autres sont établis selon la sévérité du problème phonologique (trouble phonologique très réduit et trouble phonologique modéré). Deux mesures sont prises : le nombre de disfluences et les erreurs au test AAP-R (Hodson, 1986). Malgré l'attention particulière apportée à la sélection des enfants, les résultats au niveau des groupes rejoignent ceux précédemment présentés. Ils montrent que le score APP-R des enfants dont le bégaiement est léger ne se différencie pas de ceux dont le bégaiement est sévère. Aussi, le bégaiement des enfants dont le trouble phonologique est réduit est comparable à celui des enfants ayant un trouble phonologique modéré.

Enfin, Melnick & Conture (2000) enregistrent en parole spontanée des enfants (entre 2 ans et demi et 6 ans) qui ont un bégaiement et un trouble phonologique associés. Ils sélectionnent dans les productions des enfants, 25 énoncés produits de manière fluente et 25 produits avec des disfluences. Ils analysent, entre autres, l'impact du bégaiement (énoncés fluents vs. disfluents) sur

---

<sup>4</sup> Cette relation n'implique ni qu'un trouble soit la cause de l'autre, ni que les deux troubles résultent de la même cause.

la production d'erreurs. Comme dans les études précédentes, les conclusions révèlent que chez les enfants qui bégaiement et qui ont un trouble phonologique associé, la fréquence des erreurs n'est ni corrélée à la complexité grammaticale des énoncés, ni à la longueur des énoncés, ni au bégaiement (même nombre d'erreurs phonologiques dans les énoncés bégayés que dans les énoncés fluents). Cependant, Wolk et al. (2000) analysent la parole spontanée (en situation de jeu avec la maman) de 7 enfants qui bégaiement et qui présentent un trouble phonologique associé (entre 4 et 5 ans). S'appuyant sur la Covert Repair Hypothesis (CRH Postma & Kolk, 1993), les auteurs supposent que les disfluences auront tendance à tomber sur les syllabes portant une erreur phonologique (omission, substitution, mauvaise réalisation). Les analyses portent sur le nombre de disfluences, d'erreurs phonologiques, de mots commençant par des clusters et la co-occurrence entre les trois. Les syllabes simples comportant des erreurs phonologiques ne sont pas plus bégayées que celles n'en comportant pas. En revanche, les mots qui commencent par des clusters erronés d'un point de vue phonologique sont significativement plus bégayés que les mots commençant par des clusters non erronés. Les auteurs en concluent une influence de la complexité phonologique sur le bégaiement, et suggèrent que les disfluences ont peut-être tendance à tomber sur la syllabe précédant l'erreur phonologique, comme par anticipation de la complexité phonologique, et de l'erreur qui risque d'être produite.

En résumé, la concomitance entre un trouble phonologique et un bégaiement est élevée. Pour autant, l'interaction entre les deux n'est pas véritablement démontrée. Certes, la présence d'un trouble phonologique chez un enfant bégue peut être considérée comme un signe d'alerte d'une possible chronicisation du bégaiement, mais les auteurs restent prudents sur cette interprétation. De plus, globalement, les études ne montrent pas de lien entre les erreurs phonologiques et les disfluences, sauf peut-être lorsque le mot est porteur d'une erreur et d'une complexité phonologiques. Deux hypothèses psycholinguistiques stipulent cependant que l'encodage phonologique des personnes qui bégaiement soit déficitaire.

## **2 Les hypothèses psycholinguistiques**

Deux hypothèses psycholinguistiques tentent d'apporter une explication sur l'origine des disfluences :

- La Covert Repair Hypothesis (Postma & Kolk, 1993)
- EXPLAN (Howell & Au-Yeung, 2002)

De nombreuses études que nous présentons dans la suite du chapitre y font référence.

## 2.1 LA COVERT REPAIR HYPOTHESIS DE POSTMA & KOLK (1993)

### 2.1.1 *Présentation*

Postma & Kolk (1993), puis Kolk & Postma (1997) reprennent le modèle de Levelt (1989). Dans leur dernière version appelée WAEVER, Levelt et al. (1999), proposent un modèle de production des mots non rétroactif. Il est constitué d'une série d'étapes de traitement correspondant, chacune, à un niveau de représentation. Les étapes se succèdent de manière sérielle, selon un processus extrêmement rapide et la succession des étapes permet d'aller de la préparation conceptuelle au déclenchement de l'articulation. Classiquement, trois étapes principales sont activées : la conceptualisation (construction du message à délivrer, encore à l'état de représentation conceptuelle) ; la lexicalisation (traitement des informations linguistiques du mot à produire : sélection lexicale, encodage morphologique et encodage phonologique) ; puis l'articulation (récupération du plan phonétique et son exécution). Deux possibilités de contrôle ou feedbacks existent : un interne et un externe. Ce dernier est le rétro-contrôle auditif, ou boucle externe permettant le contrôle de la parole émise. Les auteurs définissent les feedbacks internes comme permettant de contrôler notamment l'encodage phonologique et partent du constat que la plupart des informations ou théories sur les contrôleurs de la parole sont déduites à partir du phénomène d'auto-correction qui comprend trois étapes :

- La détection
- L'interruption
- L'auto-correction.

La principale idée de la Covert Repair Hypothesis propose que les disfluences soient le reflet de l'activité de réparation interne d'erreurs ayant lieu au niveau de l'encodage phonologique, ceci à la fois chez les fluents et les personnes qui bégaiement. La détection se fait grâce aux feedbacks. Après la détection d'une erreur, le locuteur fluent interrompt son discours en plaçant préférentiellement les coupures aux frontières linguistiques (frontières syllabiques, frontières de mots, ou même de groupes de mots), et il adopte souvent un comportement rassurant par rapport à l'interlocuteur (reformulations, emploi d'expressions d'excuses...). Enfin, il répare son erreur. Pour les personnes qui bégaiement, le processus diffère au moins sur deux points :

- le retour en arrière ne respecte pas forcément les mêmes frontières linguistiques que pour les personnes fluentes. Les retours se font sur le début de la syllabe, entraînant alors notamment les disfluences classiques : répétitions, blocages ou prolongations.
- Le locuteur bègue n'adopte pas de comportement tranquillisant signifiant à son interlocuteur qu'il a fait une erreur de parole : perte du comportement tranquilisateur ou 3<sup>ème</sup> malfaçon de LeHuche (1998).

Il existerait deux manières de corriger les erreurs de programmation (Kolk, 1991) :

- La Restart Strategy : qui correspond au retour à un point avant l'interruption. Elle englobe la reconstruction d'un énoncé et la reformulation du plan phonétique correspondant.
- La Postponement Strategy : aucune reconstruction n'a lieu, simplement une révision de la partie non encore exécutée du plan phonétique.

Durant le délai laissé par la disfluente, la prochaine séquence réparée est en cours de préparation.

### 2.1.2 L'auto-correction chez les personnes qui bégaiement, une explication des disfluences.

Selon les auteurs, l'encodage phonologique des personnes bégues serait moins efficient, notamment plus lent que celui des personnes fluentes. Cette lenteur favoriserait des erreurs dans la sélection de l'unité phonologique, donc une activité de réparation interne par les feedbacks plus importante. Ce processus de réparation se manifesterait en sortie par les disfluences. Si le débit de parole est accéléré, le risque d'erreurs de sélection au niveau de l'encodage phonologique augmente, donc le risque de disfluences également.

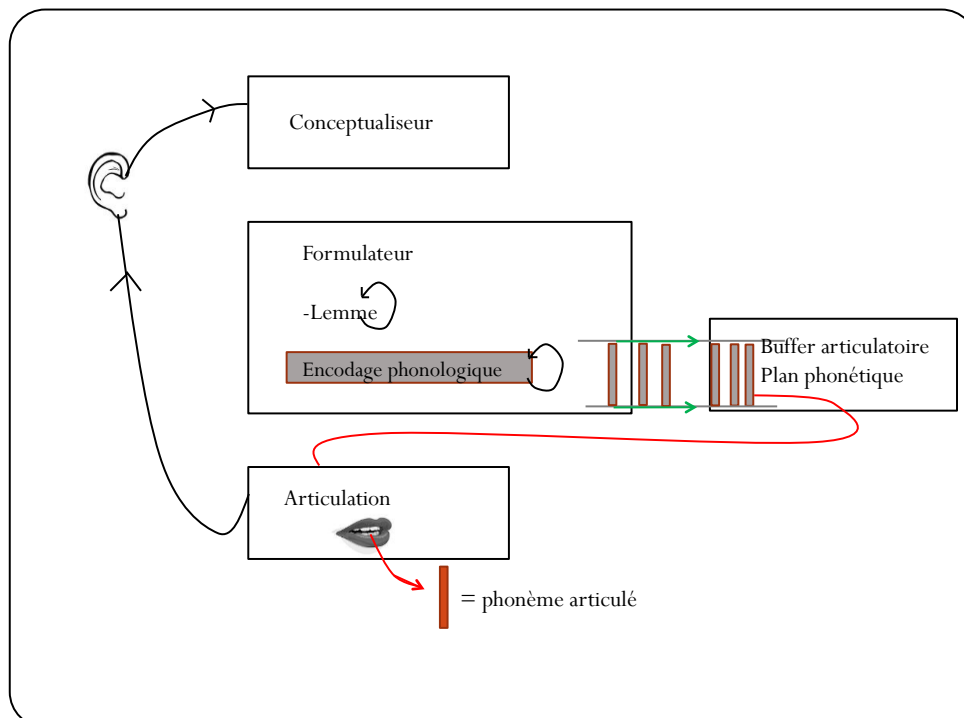


Figure 4 : Schéma de la Covert Repair Hypothesis à partir du modèle de Levelt. L'encodage phonologique et le plan phonétique sont déficitaires chez les personnes qui bégaiement et donnent lieu à des réparations qui occasionnent les disfluences.



Le type de disfluen (répétition, blocage ou prolongation) observé serait directement relié au lieu de l'interruption ainsi que l'illustre la figure ci dessous pour la programmation de la syllabe « SIT » à la place de « SIP » élaboré à partir de l'exemple donné par Hartsuiker et al. (2005).

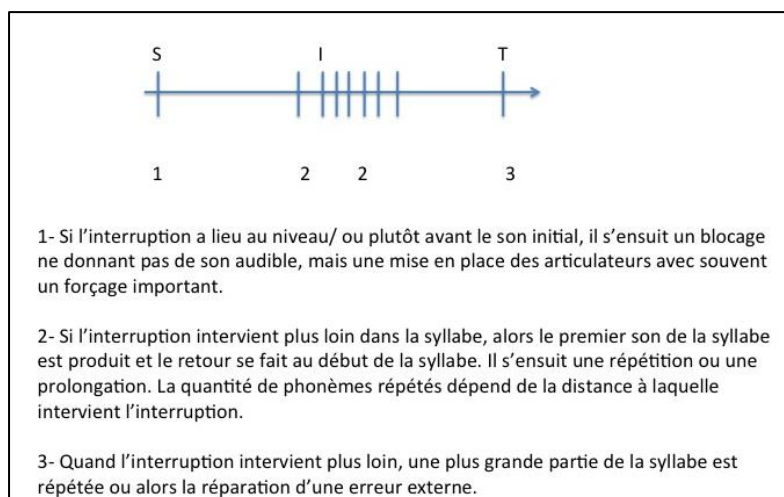


Figure 5 : Exemple des disfluences possibles lors d'une erreur au niveau de l'encodage phonologique : SIT est programmé à la place de SIP.

Plan erroné : SIT		Syllabe cible : SIP	
Plan exécuté		Disfluen observée	
- Aucun son audible		##...SIP	BLOCAGE
	- S	SSSSSIP	PROLONGATION
	- S	S...S...SIP	REPETITION
- SI		SI...SIP	REPETITION
	- SI	SI...SIP	PROLONGATION
	- SI	SI#P	BLOCAGE interne au mot
- SIT		SIT...SIT	REPETITION
	- SIT	SIT...SIP.....	Erreur + réparation externe

Tableau 1 : Illustration de la CRH (Covert Repair Hypothesis) . Tableau reproduit d'après Hartsuiker et al. (2005).

Ainsi, la Covert Repair Hypothesis attribue l'origine des disfluences à une lenteur dans l'encodage phonologique et à une sur-activation des feedbacks.

## 2.2 LE MODÈLE EXPLAN (HOWELL & AU-YEUNG, 2002 ; HOWELL, 2004)

### 2.2.1 Bases du modèle EXPLAN

De manière très générale, le processus de production de la parole génère un plan (PLAN) que le processus moteur exécute (EX). Le modèle de Howell & Au-Yeung (2002) se base sur plusieurs hypothèses conséquentes les unes par rapport aux autres :

- La première stipule que la planification (PLAN) et l'exécution (EX) ont un fonctionnement indépendant et parallèle. Cette indépendance est fondamentale pour ce modèle puisqu'elle suppose que l'exécution puisse être réalisée sur certaines unités de parole en même temps que la planification opère un traitement sur les unités suivantes. En d'autres termes, cette indépendance permet l'exécution d'un mot courant pendant que la planification du suivant est générée.
- La seconde découle de la première puisqu'elle suppose que la planification (PLAN) ait un fonctionnement rapide qui soit nécessairement en avance sur l'exécution (EX).
- Enfin, la troisième hypothèse est celle qui permet d'expliquer les disfluences à la fois bégues et non-bégues. La plupart du temps, la planification est plus rapide que l'exécution et le déroulement de la parole est fluide. Mais il arrive que la planification puisse être soumise à une certaine pression temporelle, notamment lorsque les unités à planifier sont relativement complexes phonologiquement. Le temps nécessaire à la génération du plan est donc plus long et l'exécution du mot précédent est terminée avant que la planification du mot suivant ne soit complètement réalisée. Il s'ensuit alors une disfluence.

Dans le cas d'un retard dans la planification, seule la première partie du mot à planifier est prête. Deux réactions sont alors possibles, et définissent deux catégories de disfluences :

- Ou bien la parole est retardée jusqu'à ce que la suite du plan soit mise à disposition. Howell & Au-Yeung (2002) parlent alors de « *stalling fluency failure* », une disfluence qui en quelque sorte est là pour attendre que la planification se termine.
- Ou bien le locuteur continue sa parole et prononce le début du plan même si la fin n'est pas encore programmée. Il s'ensuit une disfluence appelée « *advancing fluency failure* », permettant de continuer à parler en exécutant le plan du début du mot, espérant que pendant cette exécution, la suite du plan ait le temps d'être générée. Cette stratégie est relativement risquée car il est peu probable que sur le temps de réalisation de la première partie de mot, la suite du mot ait eu le temps d'être mise à disposition et exécutée sans coupure.

Ainsi, les « stalling » impliquent plutôt des mots entiers, alors que les « advancing » impliquent plutôt des parties de mots, ou d'énoncé. Dans les « stalling » sont classées

- les répétitions de mots
- les répétitions de phrases
- et les interjections « heu... » anormalement longues et fréquentes

Dans les « advancing » sont regroupés

- les répétitions de parties de mots
- les prolongations
- des blocages au milieu de mot « broken word » (di...nosaure)
- les abandons d'idées

Les auteurs considèrent que les disfluences « stalling » sont relativement courantes et ont lieu chez tout le monde, alors que les « advancing » sont typiques de la parole des personnes qui bégayaient. Ils considèrent donc que les disfluences sont les conséquences d'un ralentissement de la planification par rapport à l'exécution en raison essentiellement de la complexité phonologique du mot à planifier. Comment l'influence de cette complexité phonologique se traduit-elle au niveau du lieu d'apparition des disfluences ? Pour répondre, Howell & Au-Yeung introduisent la notion de *mot phonologique*.

## 2.2.2 La notion de mot phonologique

En premier lieu, Howell & Au-Yeung (2002) partent du constat que les mots commençant par des groupes consonantiques ou des consonnes émergeant tardivement provoquent plus de disfluences en raison, selon eux, du manque de temps pour la planification. De plus, ils remarquent que ces disfluences peuvent avoir lieu sur le mot lui-même ou sur le *mot fonction* d'avant, rarement sur un *mot fonction* venant après. Howell et collaborateurs prennent pour base de réflexion une notion psycholinguistique, **le mot phonologique** composé d'un ou plusieurs *mots fonction* (*fonction words*) et d'un *mot plein* (*content word*). Howell et al. (2000, p4) définissent la classe des *mots pleins* comme comprenant les noms, les verbes, les adverbes, et les adjectifs ; et la classe des *mots fonction* comme comprenant les pronoms, les articles, les prépositions, les conjonctions et les verbes auxiliaires. Une phrase contient donc plusieurs *mots phonologiques* dont les frontières sont déterminées par des règles sémantiques. Ainsi, si le *mot plein* est phonologiquement plus complexe que le *mot fonction*, la planification aura du retard sur l'exécution et une disfluence interviendra de ce fait soit sur le *mot fonction* précédant le *mot plein* (stalling), soit sur la première partie du *mot plein* (advancing), mais beaucoup plus rarement sur un *mot fonction* venant après le *mot plein* (comme

dans « look after » par exemple). Ainsi, une influence de la complexité phonologique sur les disfluences pourrait se voir par des disfluences qui ont tendance à tomber sur le *mot plein* porteur de la complexité ou sur le *mot fonction* situé juste avant le *mot plein*.

Le lieu d'apparition de la disfluence au sein du *mot phonologique* permettrait une distinction entre un bégaiement dont le rétablissement va se faire et un bégaiement allant se chroniciser. Les « advancing » sont des disfluences typiques du bégaiement mais ne deviennent vraiment prédominantes qu'à l'adolescence. La présence importante de disfluences de type « advancing » dès l'enfance serait un signe permettant d'alerter sur le risque de chronicisation.

En résumé, le point commun entre les deux hypothèses semble être une lenteur dans l'encodage phonologique. Cependant, l'interprétation des conséquences de cette lenteur diffère d'un modèle à l'autre. Pour la Covert Repair Hypothesis, cette lenteur est le reflet d'une erreur dans l'encodage phonologique engendrant une réparation qui occasionne alors une disfluence. Pour EXPLAN, cette lenteur est le reflet d'une mauvaise synchronisation entre la planification et l'exécution de la parole qui provoque alors les disfluences. Plusieurs études ont cherché à vérifier ces hypothèses chez l'enfant et l'adulte qui bégaiant en testant l'encodage phonologique.

### **3 L'encodage phonologique des enfants et adultes qui bégaiant**

L'ensemble des études que nous allons présenter dans les paragraphes qui suivent, propose des tâches expérimentales visant à tester le processus d'encodage phonologique des personnes qui bégaiant. Elles sont utilisées aussi bien auprès de populations d'enfants que d'adultes qui bégaiant. Elles prennent des mesures comportementales (Temps de Réaction, pourcentage d'erreurs) et électrophysiologiques.

#### **3.1 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE**

Dans le modèle de production de la parole de Levelt et collaborateurs (Levelt, 1989 ; Levelt et al., 1999) le processus d'encodage phonologique se situe entre la récupération du *lemme* et celle du *lexème*. Il s'appuie sur deux systèmes : celui de la *conscience phonologique* et celui de la *mémoire phonologique de travail*. La *conscience phonologique* est la capacité à identifier, isoler, manipuler des segments de différentes tailles (mots, syllabes, phonèmes). La *mémoire phonologique* permet le maintien de l'information phonologique pendant un court instant. Enfin, ce processus d'encodage phonologique fonctionne normalement avec une certaine rapidité.

Il s'agit d'un processus interne non directement accessible et observable. Néanmoins, plusieurs paradigmes expérimentaux permettent de le tester.

- Pour tester *la conscience phonologique*, les auteurs proposent :
  - des tâches de dénomination avec ou sans effet d'amorçage. Le principe de l'amorce phonologique consiste à donner un ou plusieurs segments partagés (amorce reliée) ou non (amorce non-reliée) avec le début du mot-cible. Une amorce phonologique reliée a un effet facilitateur (Schriefers et al., 1990, Levelt et al., 1999 ) sur le temps de dénomination de la cible. L'amorce phonologiquement reliée contribue à l'activation ou la récupération des phonèmes partagés avec le nom de la cible. Au contraire, une amorce reliée sémantiquement (présentation d'un mot de même catégorie sémantique avant le mot-cible) a un effet d'inhibition et augmente les temps de dénomination de la cible par rapport à une dénomination sans amorce (Schrifers et al. 1990). Ces deux effets permettent de vérifier l'efficacité de l'activation des *lemmes* (effet avec amorce sémantique) et celui de l'encodage phonologique (effet avec amorce phonologique).
  - des tâches de jugement de rimes (Gathercole et al. 1991) qui impliquent la récupération puis la mise en mémoire de la représentation phonologique du premier mot, l'identification de la fin du mot, la comparaison des rimes des deux mots.
  - des tâches de contrôle silencieux de phonèmes. Cette tâche implique des processus de récupérations lexicales, d'encodage phonologique et de contrôle du phonème cible, puis une réponse motrice. Pour être certain que les effets observés soient imputables à l'encodage phonologiques, d'autres tâches sont souvent proposées en parallèle (dénomination pour tester la récupération lexicale, contrôle de sons purs pour vérifier les capacités de contrôle en générale, et tâche motrice). Ainsi le croisement des résultats aux différentes tâches permet de déduire ce qui se passe au niveau de l'encodage phonologique.
- Enfin, *la mémoire phonologique de travail* peut-être évaluée par des tâches de répétition de non-mots.

Les mesures prises sont :

- comportementales : précision des réponses et temps de réaction pour répondre, et/ou
- électrophysiologiques : les ERPs (Event-related brain potentials). Elles permettent d'évaluer les processus du langage en l'absence de planification et production de parole.

	Tâches	Mesures prises
Conscience phonologique	Jugement de rime Tâches de dénomination avec différents types d'amorces Tâches de contrôle de phonèmes	Temps de réaction Précision des réponses Mesures électrophysiologiques
Mémoire phonologique de travail	Tâche de répétition de non-mots.	

Tableau 2 : Résumé des tâches et mesures permettant d'évaluer les processus phonologiques.

## 3.2 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE DES ENFANTS QUI BÉGAIENT

### 3.2.1 La conscience phonologique de l'enfant qui bégaille

Melnick et al. (2003) font passer une tâche de dénomination et le *Goldman Fristoe Test of Articulation* (GFTA, Goldman & Fristoe, 1986) à 18 enfants qui bégaièrent (3 ans et 5 ans) et 18 enfants qui ne bégaièrent pas. La tâche de dénomination est proposée dans 3 conditions d'amorce :

- sans amorce phonologique
- avec amorce phonologique liée à l'item cible
- avec amorce phonologique non-reliée à l'item cible

Ils prennent des mesures de temps de réaction (TR). Les TR des deux groupes d'enfants sont influencés par l'effet d'amorce phonologique liée (TR diminués). Par ailleurs, les enfants qui ne bégaièrent pas ont des TR plus courts que les enfants qui bégaièrent mais la différence n'est pas significative. Les auteurs examinent aussi la variabilité des résultats. Les enfants de 3 ans ont des TR plus variables que ceux de 5 ans chez les fluents. Chez les enfants bègues, les TR sont autant variables à 3 ans qu'à 5 ans. La variation des TR persistante chez l'enfant bègue de 5 ans suggérerait, selon les auteurs, des difficultés au niveau de l'encodage phonologique. Les enfants qui bégaièrent bénéficieraient moins de la facilitation de l'amorce phonologique liée. Enfin, ils font une corrélation entre les TR et les compétences articulatoires évaluées par le GFTA. Une corrélation négative est observée chez les enfants fluents. Des bonnes compétences articulatoires sont reliées à de TR rapides. Cette corrélation n'existe pas chez les enfants qui bégaièrent. La grande variabilité des TR chez les enfants qui bégaièrent ainsi que le manque de corrélation entre la

rapidité de dénomination et la compétence articulatoire amènent les auteurs à rejoindre la Covert Repair Hypothesis (Postma et Kolk, 1993). Ils suggèrent que les enfants qui bégaiant puissent avoir un encodage phonologique plus lent (expliquant que l'amorce phonologique reliée soit moins efficace, et qu'aucune corrélation entre les scores GFTA et la rapidité de dénomination ne soit trouvée).

Byrd et al. (2007) pensent que les observations de Melnick et al. (2003) indiquent que les enfants qui bégaiant utilisent des formes d'encodage phonologique plus « immatures » (légèrement retardées). « This finding may indicate that CWS continue to use a more immature form of phonological encoding (i.e., holistic processing) at a later age in development than is typically expected » (Byrd et al. (2007) p 44)<sup>5</sup>. La lenteur et la variabilité observées chez les enfants bégues souligneraient un possible retard dans le développement normal de l'encodage phonologique. L'hypothèse de Byrd et al. (2007) suppose que le passage d'un traitement holistique (stratégies de traitement globales utilisées par l'enfant au début de son développement) à un traitement incrémental (stratégies de traitement plus fin basées sur le développement de représentations phonologiques elles-mêmes plus affinées) soit retardé chez les enfants qui bégaiant. Ils prennent 26 enfants qui bégaiant (13 de 3 ans et 13 de 5 ans) et 58 enfants qui ne bégaiant pas (13 de 3 ans et 13 de 5 ans). Une tâche de dénomination leur est proposée dans 3 conditions d'amorce :

- amorce incrémentale correspondant au début du mot (consonne initiale plus premier cycle glottique de la voyelle) ;
- amorce holistique contenant toutes les informations acoustiques du mot cible sauf la consonne initiale ;
- amorce neutre (« bip » de 100Hz à 45dB).

La figure ci-après donne l'exemple d'une amorce incrémentale et d'une amorce holistique.

---

<sup>5</sup> Cette découverte peut indiquer que les enfants qui bégaiant continuent à utiliser des formes immatures d'encodage phonologique (traitement holistique) à un âge plus tardif dans le développement que ce qui est attendu.

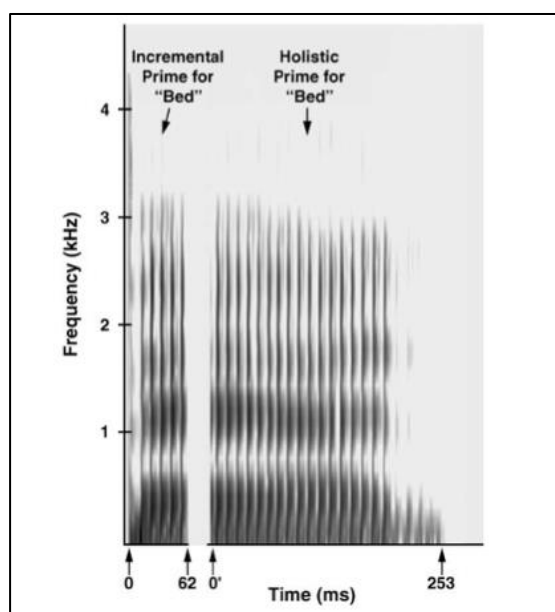


Figure 6 : Exemple d'une amorce incrémentale et d'une amorce holistique (Byrd et al.,2007).

Pour mesurer les différences entre les traitements, holistique et incrémental, les auteurs calculent la différence entre les TR (Temps de Réaction) lorsque l'amorce est holistique et les TR lorsque l'amorce est neutre. Ils calculent aussi cette différence pour les amorces incrémentales et neutres. Ainsi, si la différence est positive alors la condition avec amorce n'est pas facilitante. Chez les enfants fluents, l'encodage phonologique suit le développement normal avec des TR plus rapides avec des amorces holistiques chez les enfants de 3 ans, puis des TR plus rapides sur des amorces incrémentales chez les enfants de 5 ans. Chez les enfants qui bégaièrent, il semble que la condition la plus facilitante reste l'amorce holistique, à 3 et 5 ans. Ainsi, le passage du traitement holistique au traitement incrémental serait retardé chez les enfants qui bégaièrent, signant une difficulté au niveau de l'encodage phonologique.

Sasisekaran et al., (2013) évaluent les capacités d'encodage phonologique chez 9 enfants qui bégaièrent (11 ans) et 9 homologues fluents (11 ans) en proposant une tâche de contrôle de phonèmes cibles dont les résultats sont comparés à ceux d'une tâche de contrôle de sons purs (contrôle d'un son pur au sein d'une séquence de sons), d'une tâche de dénomination (de 12 noms bisyllabiques), et d'une tâche motrice simple (prise de temps de réaction lors de l'écoute d'un son pur). Les mesures prises sont des temps de réaction et le nombre d'erreurs faites. La tâche motrice et la tâche de contrôle de sons purs ne révèlent pas de différence entre les deux groupes. En revanche, les enfants qui bégaièrent ont des TR plus longs sur la tâche de dénomination et sur la tâche de contrôle des phonèmes. Les interprétations des auteurs vont en faveur d'un encodage phonologique plus lent chez les enfants qui bégaièrent et d'une preuve en



faveur du modèle EXPLAN (Howell & Au-Yeung, 2002) qui stipule une asynchronie temporelle au niveau de l'encodage des unités phonémiques lors de la planification/production de la parole. Pour aller plus loin dans la compréhension des processus d'encodage phonologique de l'enfant qui bégaië, Weber-fox et al. (2008) proposent des tâches de jugement de rime, sans production de parole, chez 10 enfants bégues et 10 fluents âgés entre 9 et 13 ans. Des mesures comportementales (TR et erreurs) et électrophysiologiques sont prises. La tâche de jugement de rimes est constituée de deux groupes de paires de mots : 124 qui riment et 124 qui ne riment pas. Au sein de chaque groupe de paires de mots, la moitié est dite congruente (les deux mots riment et ont la même orthographe finale, ou bien les deux mots ne riment pas et ont une orthographe différente) ; l'autre moitié est dite incongruente (les deux mots riment mais l'orthographe finale est différente ou bien les deux mots ne riment pas mais l'orthographe finale est la même). Le traitement des paires incongruentes est cognitivement plus complexe. Les résultats indiquent que les enfants qui bégaiënt font significativement plus d'erreurs que les enfants fluents dans le jugement de rimes. Les deux groupes d'enfants (bégues et fluents) font plus d'erreurs sur les rimes incongruentes. Ainsi, les enfants bégues font plus d'erreurs que les enfants fluents ; mais leurs erreurs ne sont pas plus influencées que celles des fluents par la complexité de la tâche (rime incongruentes). Et les deux groupes ont des temps de réaction similaires.

### ***3.2.2 La mémoire phonologique chez les enfants qui bégaiënt***

La répétition de non-mots, ou nouvelles séquences phonologiques, nécessite l'activation de la boucle phonologique, composante de la mémoire de travail impliquée dans le stockage temporaire et la manipulation d'informations (Gathercole et al., 1997 ; Baddeley et al., 1998). Les enfants qui bégaiënt auraient plus de difficultés que leurs homologues fluents dans ce genre de tâches. Dans leur étude, Hakim & Ratner (2004) ont comparé 8 enfants qui bégaiënt (entre 5 ans et 9 ans) à 8 enfants fluents, sur des tâches de répétition de non-mots de longueur différente (2, 3, 4, et 5 syllabes). Les enfants bégues font plus d'erreurs que les enfants fluents sur toutes les longueurs de mots. Cependant, la différence n'est significative que pour les non-mots de trois syllabes. Les auteurs précisent que pour les non-mots de 4 et 5 syllabes, les deux groupes d'enfants sont en difficulté et ont moins de 40% de réponses correctes et de grandes variabilités inter et intra-individuelles. Anderson et al. (2006) trouvent des résultats similaires chez 12 enfants qui bégaiënt entre 3 et 5 ans, comparés à 12 enfants fluents sur une tâche de répétition de non-mots.

Smith et al. (2012) étudient les performances de 31 enfants qui bégaiënt (4 et 5 ans) et 22 enfants fluents sur une tâche de répétition de non-mots. Au préalable, ils font passer des tests permettant

d'évaluer les compétences phonologiques Bankson–Bernthal Test of Phonology (BBTOP; Bankson & Bernthal, 1990), et les compétences langagières (Structured Photographic Expressive Language Test – Edition 3 (SPELT-3; Dawson et al., 2003). En fonction des résultats, les enfants qui bégayaient sont classés dans trois groupes :

- Ceux qui bégayaient et qui n'ont pas d'autres troubles associés
- Ceux qui bégayaient et qui ont un trouble de parole associé
- Ceux qui bégayaient et qui ont un trouble de langage associé

Les enfants inclus dans l'étude réalisent deux types de tâches de répétition de non-mots :

- un test standard, le Nonword Repetition Test (NRT, Dollaghan & Campbell, 1998) qui permet de prendre des mesures comportementales (disfluences et erreurs). Les non-mots varient en longueur.
- et un test conçu pour les mesures cinématiques (aperture labiale) : répétition de non-mots qui varient en longueur (de 1 à 4 syllabes) et en complexité phonologique. Pour ces mesures, les productions doivent être fluentes et sans erreurs.

Sur le test standard de répétition de non-mots, les enfants qui bégayaient et qui n'ont aucun trouble associé ont des performances identiques à celles des enfants fluents. En revanche, le groupe d'enfants qui bégayaient et qui a un trouble phonologique associé fait plus d'erreurs que les enfants fluents sur toutes les longueurs de non-mots, et les différences se creusent avec l'augmentation de la longueur. Concernant les mesures cinématiques, seuls les enfants qui bégayaient sans trouble associé ont été analysés en comparaison aux enfants fluents. Les enfants qui bégayaient ont une plus grande variabilité d'aperture labiale que les enfants fluents, sur toutes les longueurs de non-mots. Selon les auteurs, ces résultats suggèrent un manque de coordination entre les articulateurs, et un développement moteur de parole retardé par rapport à celui des fluents.

Bakthiar et al. (2007) ne trouvent pas de différence entre 12 enfants qui bégayaient (entre 5 et 7 ans) et 12 homologues fluents sur une tâche de répétition de non-mots. De même, dans une première partie de leur étude, Werber-Fox et al., (2008) font passer aux enfants bègues et fluents qu'ils testent, une tâche de répétition de non-mots ne révélant aucune différence entre les deux groupes.

Pour résumer, il semble que l'encodage phonologique des enfants qui bégayaient soit lacunaire au niveau de la conscience phonologique (Melnick et al., 2003 ; Byrd et al., 2007 ; Werber-Fox et

al., 2008 ; Sasisekaran et al., 2013). Au niveau de la mémoire phonologique, les résultats diffèrent suivant les études. Les tableaux qui suivent résument les différentes études présentées ci-dessus.

Type d'études	Auteurs	Population	conditions/mesures	Principaux résultats et interprétations
<b>Tests standards : Evaluation de la présence d'un trouble clinique</b>	Arndt & Healey, 2001	Enquêtes auprès d'orthophonistes aux Etats-Unis. Questions sur le bégaiement et le ou les troubles associés		33% des enfants qui bégaiement ont aussi un trouble phonologique associé
	Blood et al., 2003	Enquête		Environ un tiers des enfants qui bégaiement ont également un trouble phonologique associé
	Yairi et al., 1996	100 EQB en 3 groupes (persistant/récupération précoce/récupération tardive)	Tests standardisés Conversation spontanée	Essentiellement les compétences phonologiques seraient un facteur de chronicisation
	Paden & Yairi, 1996	36 EQB : 12 : arrêt du bégaiement précocement 12 : arrêt du bégaiement tardivement 12 : bégaiement chronicisé	Tests standardisés Conversation spontanée	Les enfants dont le bégaiement s'est chronicisé avaient des capacités phonologiques inférieures à celles de ceux dont le bégaiement s'est arrêté
	Paden et al., 1999	84 EQB : 62 : arrêt du bégaiement 22 : bégaiement chronicisé	Tests standardisés Conversation spontanée	Ceux qui ont persisté dans le bégaiement sont ceux qui avaient des capacités phonologiques déficitaires surtout au début de l'installation du bégaiement.
	Ryan, 2001	22 EQB âge pré-scolaire 15 : arrêt du bégaiement 7 : bégaiement chronicisé	Tests standardisés	Pas de différence entre les deux groupes.
<b>Tester la relation entre phonologie et bégaiement dans la parole spontanée</b>	Louko et al., 1990	30 EQB + trouble phono	Coefficient de corrélation entre processus phonologiques produits par les enfants et le bégaiement Echantillon de 300 mots. Analyses des processus phonologiques et des disfluences	Aucune différence significative. Les enfants dont le bégaiement est le plus sévère n'ont pas plus d'erreurs phonologiques
	Wolk et al. 1993	21 EQB et Enfants fluents 7 enfants : bégaiement + un trouble phono 7 enfants : bégaiement sans trouble phono 7 enfants sans bégaiement + trouble phono	Parole conversationnelle Tâche de dénomination	Globalment pas de différence significative entre les groupes
	Yaruss & Conture, 1996	9 EQB avec trouble phono. 9 EQB sans tbl phono	Conversation spontanée Analyse disfluences et erreurs phono Coeff de corrélation	Pas de différence de pourcentage de disfluences entre les deux groupes
	Logan & Conture, 1997	14 garçons qui bégaiement	Parole spontanée disfluences et mesures de complexité phonologique	Pas de relation
		1		

	Melnick & Conture, 2000	0 EQB avec trouble phono	30 min de conversation	Longueur et complexité des énoncés influencent le bégaiement mais pas les erreurs phonologiques
	Howell & Au-Yeung 1995	31 EQB et 48 fluents trois groupes d'âges (4 ans, 7ans, 12 ans)	Les mots prononcés par les enfants, dans une parole spontanée, sont classés en fonction de leur difficulté phonologique (présence de cons. d'émergence tardive, cluster, nbr de syll..)	Pas de différence entre les deux groupes. Pas d'influence de la complexité phonologique sur le bégaiement
	Wolk et al. 2000	7 EQB	Mesure de la fréquence de bégaiement en fonction des erreurs phono	Pas plus de disfluences sur les syllabes simples avec erreurs phono. Mais plus de disfluences sur les syllabes avec cluster et erreurs phono
	Gregg & Yairi (2007)	28 EQB âge préscolaire groupes distincts en fonction des capacités phonologiques et en fonction du bégaiement	Tests standardisés Parole spontanée	Bégaiement léger = bégaiement sévère au niveau des erreurs phono Groupe trouble phono léger = groupe trouble phono modéré en terme de bégaiement
	Anderson et al. (2008)	19 EQB	corpus de 500 mots Valeur de probabilité phonotactique des mots bégayés et fluents	Pas plus de disfluences sur les mots dont la probabilité phonotactique est basse

<b>jugement de rimes et tâches avec amorces</b>	Weber-Fox et al. (2008)	10 EQB et 10 fluents	Jugement de rime sans production de parole Rimes congruentes et incongruentes	EQB : scores moins bons que enfants fluents sur le jugement des rimes mais pas d'influence de la complexité de la tâche
	Sasisekaran et al. (2013)	9 EQB et 9 fluents	tâche de contrôle de phonème	EQB plus lents que fluents
	Melnick et al. (2003)	EQB 3-5 ans	Dénomination Amorce phono reliée ou pas Prise de TR	Pas de différence entre les enfants qui bégaiant et les enfants fluents. Grande variabilité de TR chez les EQB : encodage phono peut-être défaillant En faveur de la CRH
	Byrd et al. 2007	13 EQB et 13 fluents	dénomination amorce incrémentale et holistique	Retard chez les EQB dans le passage du traitement holistique au traitement incrémental des représentations phonologiques, ce qui contribue aux disfluences.
<b>Tâche de répétition de Non-Mots</b>	Halim & Berstein-Ratner (2004)	8 EQB et 8 fluents entre 5 et 8 ans	étude de l'encodage phono et de la mémoire phono Répétition de non-mots	EQB font plus d'erreurs mais uniquement sur les non-mots de 3 syllabes. Difficultés à maintenir une nouvelle séquence phono et donc à produire correctement les non-mots.
	Anderson et al. (2006)	12 EQB et 12 Fluents entre 3 et 5 ans	Tâche de répétition de non-mots	EQB : plus d'erreurs sur les non-mots de 3 syllabes

	Bakhtiar et al. (2007)	12 EQB iraniens et 12 E. Fluents	Tâche de répétition de non-mots	Pas de différence entre les enfants qui bégaièrent et ceux qui ne bégaièrent pas
	Werber-Fox et al. (2008)	10 EQB et 10 E. Fluents entre 9 et 13 ans	Tâche de répétition de non-mots de 1 à 4 syllabes	Pas de différence entre les deux groupes
	Smith et al. (2012)	31 EQB et 22 Enfants fluents 3 grp d'enfants bégues : bégaiement + tbl phono bégaiement + tbl langage bégaiement	2 tâches répétition de non-mots : standardisée et conçue pour l'expérience	Test standardisé répétition Non Mots : EQB = E. fluents. Mais EQB + tbl phono < E.fluents  EQB : aperture labiale plus variable que celle des enfants fluents.  En faveur d'un système moteur de parole moins « mûre ».

**Tableau 3 : Récapitulatif de certaines principales études sur les aspects phonologiques du bégaiement, chez les Enfants Qui Bégaièrent (EQB).**

Nous allons maintenant présenter les études analysant l'encodage phonologique de l'adulte qui bégaié.

### **3.3 L'ENCODAGE PHONOLOGIQUE DE L'ADULTE QUI BÉGAIE**

#### **3.3.1 *La conscience phonologique des adultes qui bégaié***

##### *3.3.1.1 Tâches avec amorces phonologiques*

Wijnen & Boers, (1994) proposent à des adultes bégues allemands une tâche de production de mots avec amorces phonologiques. Les stimuli sont des paires de mots constituées d'un mot-réponse et d'un mot-cible. Ces paires sont apprises par les participants avant le début de la tâche. La tâche consiste à donner le plus rapidement possible le mot-réponse après présentation visuelle du mot-cible. Les temps de réaction sont mesurés. Deux conditions sont testées :

- une condition homogène dans laquelle les deux mots d'une paire partagent la même consonne initiale /C/ ou la même séquence /CV/ initiale.
- une condition hétérogène dans laquelle les débuts des mots d'une même paire ne sont pas les mêmes.

Les résultats montrent que la condition homogène dans laquelle les mots partagent la même séquence /CV/ est aussi facilitante pour les deux groupes. En revanche, la condition homogène dans laquelle l'item partagé n'est que la consonne s'avère être moins facilitante pour les personnes qui bégaié. Par la suite, Burger & Wijnen (1999) reprennent ce protocole expérimental mais avec plus de sujets et des nouveaux stimuli. Les résultats ne rejoignent pas ceux de l'étude précédente de Wijnen & Boers (1994). Aucune interaction entre la condition et le groupe n'est retrouvée. En revanche, globalement, les adultes qui bégaié sont plus lents que les adultes fluents. Les auteurs ne concluent pas en faveur d'une difficulté d'encodage phonologique liée au bégaiement de l'adulte.

Plus tard, Hennessey et al. (2008) mesurent l'effet d'amorce phonologique et l'effet d'amorce sémantique dans une tâche de dénomination, chez 18 adultes qui bégaié et 18 adultes fluents. La tâche de dénomination est contrôlée à trois niveaux :

- Les amorces : 4 conditions d'amorce :
  - amorce sémantiquement liée
  - amorce phonologiquement liée
  - amorce non-reliée
  - pas d'amorce
- La fréquence des mots : mots rares et mots fréquents

- Le moment de présentation de l'amorce (de manière anticipée de 100 ms ou retardée de 100 ms par rapport à l'apparition de l'image).

Les mesures prises correspondent aux temps de réaction et au nombre d'erreurs faites. Les auteurs supposent que si les personnes qui bégayaient ont des difficultés de sélection lexicale ou au niveau de l'encodage phonologique, ces difficultés seront objectivées par des différences au niveau des effets d'amorces. Si le traitement lexico-sémantique est déficitaire alors les personnes bègues devraient montrer des TR plus longs et un effet d'inhibition sémantique plus important. Si l'encodage phonologique est déficitaire, alors les résultats devraient montrer des TR plus longs et un effet d'amorce phonologique plus important par rapport à leurs homologues fluents. Les résultats mettent en avant que les adultes qui bégayaient ont un comportement (Temps de Réaction et nombre d'erreurs produites) similaire à celui de leurs homologues fluents dans chacune des conditions. Ainsi, les traitements de sélection lexicale et d'encodage phonologique des adultes qui bégayaient ne sont pas donnés déficitaires dans cette étude. Les hypothèses comme la CRH (Postma & Kolk, 1993) qui stipulent que le bégaiement puisse être relié de manière causale à des processus phonologiques inefficients ne sont pas corroborées.

De même, plus récemment, sur des tâches identiques à celles utilisées par Wijnen & Boers, (1994) et Burger & Wijnen (1999), Vincent et al. (2013) ne trouvent pas de difficulté au niveau de l'encodage phonologique chez les adultes qui bégayaient. Les auteurs testent 15 adultes qui bégayaient et 15 adultes fluents. Ils trouvent que les adultes qui bégayaient ont des TR plus longs que les adultes fluents dans toutes les conditions d'amorce. Or dans leur hypothèse basée sur la Covert Repair Hypothesis (CRH, Postma & Kolk, 1993), Vincent et al. (2013) supposaient que les adultes bègues auraient des TR supérieurs à ceux des adultes fluents dans toutes les conditions d'amorce, sauf dans celle qui donne /CV/ identique dans le mot-cible et le mot-réponse. En effet, les auteurs supposent que « l'amorce homogène /CV/ donne suffisamment de phonèmes du mot-réponse pour éliminer, ou au moins réduire, les difficultés d'encodage phonologique » (Vincent et al., 2013, p 101). Ainsi, les auteurs ne concluent pas en faveur d'un trouble de l'encodage phonologique chez les personnes qui bégayaient. Ils supposent que, éventuellement, les adultes qui bégayaient aient des difficultés dans le traitement visuel (du mot-cible), ou qu'ils aient une lenteur générale du temps de réponse articulatoire due à une mauvaise coordination des muscles laryngés. Ainsi, ils n'attribuent pas la lenteur des personnes qui bégayaient à des difficultés d'encodage phonologique, mais à des difficultés situées à d'autres niveaux de traitement linguistique ou moteur.



### *3.3.1.2 Tâches avec contrôle de phonèmes.*

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la capacité de contrôle de phonèmes dans un mot permet de révéler d'éventuels déficits dans l'encodage phonologique puisque le processus de contrôle implique préalablement d'encoder phonologiquement les segments du mot cible. Cependant, comme le processus d'encodage phonologique n'est pas directement accessible, Sasisekaran & De Nil (2006) proposent en parallèle d'une tâche de dénomination silencieuse avec contrôle de phonème, des tâches de dénomination orale, de contrôle de sons purs, et une simple tâche motrice. Le croisement des résultats pour l'ensemble de ces tâches permet de déduire le fonctionnement correspondant à l'encodage phonologique. Des mesures comportementales sont prises (Temps de Réaction et pourcentage d'erreurs) auprès de 11 adultes qui bégaièrent et 11 adultes fluents. Les mots-cibles sont 14 mots bi-syllabiques. Ils sont utilisés pour la tâche de dénomination et la tâche de contrôle de phonèmes. La tâche de contrôle de phonèmes en dénomination silencieuse consiste à contrôler la présence ou l'absence d'un phonème en différentes positions du mot-cible (C<sup>1</sup>VC<sup>2</sup>C<sup>3</sup>VC<sup>4</sup>). La réponse est manuelle. La tâche de contrôle auditif suit le même modèle que la tâche de contrôle de phonèmes sauf qu'il s'agit de contrôler la présence d'un son pur dans une séquence de sons. Enfin, la tâche motrice permet d'évaluer le temps mis pour réaliser une réponse manuelle. Pour les tâches de dénomination, de contrôle de sons purs, et la tâche motrice simple, les personnes qui bégaièrent ont les mêmes temps de réaction de réponse et le même pourcentage d'erreurs que leurs homologues fluents. Le pourcentage d'erreurs est également le même entre les deux groupes au niveau de la tâche de contrôle des phonèmes. En revanche, les adultes bègues sont significativement plus lents que leurs homologues fluents lors du contrôle silencieux de phonèmes. Les auteurs interprètent ce résultat en faveur d'un déficit dans la sélection des segments phonologiques durant la phase d'encodage.

### *3.3.1.3 Les tâches de jugement de rimes*

Bosshardt et al. (2002) ne trouvent pas de difficulté particulière d'encodage phonologique chez les personnes qui bégaièrent. 14 adultes qui bégaièrent et 16 adultes fluents doivent réaliser dans trois conditions différentes, une tâche de génération de phrases à partir de deux mots donnés. La première condition est une tâche simple dans laquelle seule une production de phrases à partir des deux mots est demandée. Dans la seconde et la troisième conditions, la tâche est duelle puisque les participants doivent produire une phrase à partir de deux mots donnés et décider en même temps si les deux mots riment (seconde condition) ou s'ils appartiennent à la même catégorie sémantique (troisième condition). Les mesures prises sont : le nombre de jugements de rimes et de catégories corrects, le nombre de phrases correctement produites, la durée de production des phrases, le nombre de propositions dans une phrase produite, le nombre de

syllabes, le nombre de disfluences et le débit. Une interaction entre le groupe et la condition montre que les personnes qui bégayaient se comportent de la même manière que les fluents lorsque la tâche est simple. Mais, les adultes qui bégayaient font moins de propositions lorsque la tâche est duelle. Ainsi, les auteurs attribuent au système de production de la parole des adultes bègues une vulnérabilité aux interférences provenant d'activité concurrente. Les processus cognitifs des personnes qui bégayaient seraient *limités* plutôt que déficitaires et les difficultés ressortiraient essentiellement avec la complexité de l'item à planifier et à produire.

Weber-Fox et al. (2004) corroborent les conclusions de Bosshardt et al. (2002). Ils évaluent les processus phonologiques d'adultes qui bégayaient par un paradigme de jugement silencieux de rimes chez 11 adultes bègues et 11 adultes fluents. La consigne est de juger le plus rapidement possible si deux mots riment en pressant un bouton « oui » ou un bouton « non ». Les stimuli sont composés de 124 paires de mots qui riment et 124 autres qui ne riment pas. Le protocole est le même que celui utilisé par Weber-fox et al., (2008) chez des enfants. Au sein de chaque ensemble de paires de mots (ceux qui riment et ceux qui ne riment pas), la moitié des paires est congruente (les deux mots riment et l'orthographe de fin est la même, ou ne riment pas et l'orthographe de fin n'est pas la même), l'autre moitié est incongruente (les deux mots ne riment pas et l'orthographe est la même, ou riment et l'orthographe n'est pas la même). Comme pour les enfants, ils prennent des mesures comportementales et électrophysiologiques (ERPs). Les enfants bègues de l'étude de Weber-fox et al., (2008) faisaient globalement plus d'erreurs de jugement de rimes sans interaction avec la complexité de la tâche (rimes congruentes vs. incongruentes). Chez les adultes, les différences ne sont révélées que lorsque la charge cognitive est augmentée, dans la condition des rimes incongruentes. Dans ce cas, les TR sont plus longs, et les erreurs plus nombreuses pour les personnes qui bégayaient. Les données électrophysiologiques ne montrent pas de différence. Ainsi, ces deux études sont intéressantes car elles appliquent exactement le même protocole à une population d'enfants bègues et une population d'adultes bègues. Elles confirment chez la population adulte, les résultats de Bosshardt et al. (2002) et mettent à jour une évolution développementale du bégaiement avec une sensibilité tardive à l'augmentation de la charge cognitive. Ces résultats rejoignent ceux de Howell et al., (2006) et de Howell & Au-Yeung, (2007) qui trouvent, en anglais et en espagnol, des différences dans les manifestations du bégaiement des enfants et celui des adultes. Les recherches de l'équipe de Howell montrent que le bégaiement des adultes est influencé par la complexité phonologique, alors que celui des enfants ne le serait pas (ces dernières études citées sont détaillées dans la 4<sup>ème</sup> partie de ce chapitre).

### 3.3.2 *La mémoire phonologique des adultes qui bégaiement*

Packman et al. (2001) font lire à 3 personnes bègues deux textes constitués de mots et deux autres constitués de non-mots. Chez les 3 sujets, les disfluences sont plus marquées lors de la lecture des textes de non-mots. Selon les auteurs, ces résultats suggèrent que le bégaiement serait lié à des difficultés au niveau des commandes motrices et non au niveau de l'accès lexical. Au-yeung & Howell (2002) réinterprètent ces résultats en soulignant que la lecture de non-mots fait intervenir des processus d'encodage phonologique. Ainsi, pour eux ces résultats signifient plutôt que le bégaiement est lié à des difficultés d'encodage phonologique.

Hennessey et al. (2008) proposent des tâches dans lesquelles des symboles sont associés à des mots ou des non-mots. Les tâches sont réalisées dans deux conditions : une condition simple dans laquelle la personne doit donner le mot ou le non-mot associé à un seul symbole présenté ; et une complexe dans laquelle la personne doit donner le mot ou le non-mot de deux symboles présentés. Les auteurs s'intéressent à l'effet de la complexité et de la lexicalité. Les personnes bègues sont significativement plus lentes que les personnes fluentes dans la condition complexe. En revanche, les temps de réaction des deux groupes sont les mêmes sur la condition simple. L'effet de lexicalité ne joue pas. Les résultats ne supportent donc pas l'hypothèse d'un déficit au niveau de l'encodage phonologique et rejoignent plutôt ceux de Bosshardt et al. (2002) et Weber-Fox et al. (2004) pour dire qu'il est difficile de localiser un déficit dans l'organisation de la production de la parole. Il s'agit plutôt d'une sensibilité à la demande cognitive qui impacte les processus post-lexicaux. Pourtant, Yaruss & Palczarski (2012) trouvent quant à eux des difficultés au niveau de l'encodage phonologique et une sensibilité à la lexicalité en proposant à 19 adultes qui bégaiement (et 19 adultes fluentes) des tâches de conscience phonologique et des tâches de mémoire phonologique :

- manipulations de phonèmes (inversion, segmentation, élisions...)
- répétitions de non-mots.

Les résultats montrent un effet du statut lexical. Les adultes qui bégaiement ont des scores significativement plus faibles que ceux de leurs homologues fluentes sur les manipulations de non-mots. De même, les personnes qui bégaiement sont plus lentes que les personnes fluentes sur la répétition de non-mots. Chez les enfants, les troubles apparaissent sur des stimuli lexicaux, alors que chez les adultes ils ne sont révélés que par des stimuli non lexicaux. S'appuyant sur l'étude de Weber-fox et al. (2008), les auteurs suggèrent qu'avec l'âge, les personnes qui bégaiement s'appuient sur leurs connaissances lexicales pour renforcer une faiblesse au niveau de l'encodage phonologique. Cependant, sans cet appui (donc dans le cas de traitement de non-mots) les difficultés seraient révélées.

Smith et al. (2010) proposent une tâche de répétition de non-mots dans lesquelles les auteurs prennent des mesures comportementales associées à des mesures cinématiques. Ils étudient la parole fluente chez 17 adultes qui bégaièrent et 17 adultes fluents. Deux types de tâches de répétition de non-mots sont proposées :

- test standardisé de répétition de non-mots, le Nonword Repetition Task (Dollaghan & Campbell, 1998). Ce test permet de prendre les mesures comportementales (erreurs et disfluences),
- tâche de répétition de non-mots conçus pour les mesures cinématiques (aperture des lèvres) prises dans la parole correcte et fluente. Les non-mots à répéter commencent par des bilabiales et varient en longueur et en complexité phonologique.

Les performances au test standardisé sont les mêmes dans les deux groupes. En revanche, les mesures cinématiques montrent que les adultes qui bégaièrent ont un indice de variabilité de l'aperture labiale supérieur à celui des fluents, sur les non-mots longs et complexes. La coordination inter-articulateurs est moins efficiente chez les adultes qui bégaièrent. Cet effet, est d'autant plus marqué que la complexité des non-mots et leur longueur augmentent. Le système moteur de la parole des personnes qui bégaièrent est donc déstabilisé par une augmentation de la complexité de la tâche. Leurs résultats supportent le modèle multifactoriel (Smith, 1999) du bégaiement dans lequel les performances du système moteur de la parole bégue sont affectées par la complexité linguistique et la longueur des énoncés à produire. Ainsi, ils appuient l'hypothèse selon laquelle les facteurs phonologiques impactent de manière importante le système moteur de la parole dans le bégaiement, mais ne se tournent pas vers les théories psycholinguistiques du bégaiement (Covert Repair Hypothesis ou EXPLAN).

Pour résumer ces différentes études (cf tableau 4), les lacunes qui paraissent présentes au niveau de l'encodage phonologique, chez l'enfant qui bégaié, semblent se résorber avec le temps puisque chez l'adulte, les difficultés ne sont pas clairement retrouvées. En revanche, il semblerait que le système de production de la parole des adultes qui bégaièrent soit sensible à la complexité de la tâche de parole : lors de jugement de rimes incongruentes, lors de tâches duelles, lors de production de mots longs, ou lors de production de mots phonologiquement complexes. La suite du chapitre s'intéresse plus spécifiquement à l'influence de la complexité phonologique dans le bégaiement.

<b>Tâches avec amorces</b>	Wijnen & Boers, 1994	9 AQB et 9 fluents	Paires de mots Amorces segmentales C ou CV Conditions : homogène ou hétérogène Prise de TR	Chez fluents : plus d'effet de l'amorce CV que C Pour les AQB : effet uniquement de l'amorce CV En faveur d'un encodage phonologique déficitaire
	Burger & Wijnen, 1999	21 AQB et 17 fluents	Dénomination Amorces C ou CV Conditions : homogène et hétérogène	Ne retrouvent pas les résultats de Wijnen & Boers (1994). Pas de différence entre les groupes en fonction des conditions En revanche, les AQB sont plus lents
	Hennessey et al. (2008)	18 AQB et 18 fluents	Dénomination dans 3 conditions d'amorces: - sémantiquement reliées - phonologiquement reliées - non reliées	Pas de différence entre les AQB et A.Fluents
	Vincent et al. (2013)	15 AQB et 15 fluents	Trois tâches d'amorces phonologiques : -hétérogène : mot-cible et mot-réponse phonologiquement sont différents -homogène : mot-cible et mot réponse partagent la même /C/ initiale -homogène : mot-cible et mot réponse partagent la même /CV/ initiale	Les AQB ont des TR plus longs que ceux des adultes fluents dans toutes les conditions d'amorce. Les auteurs n'attribuent pas cette lenteur générale à des difficultés trouvées au niveau de l'encodage phonologique.
<b>Tâches avec contrôle de phonèmes</b>	Sasisekaran et al. 2006	10 AQB et 11 fluents	Dénomination avec - contrôle de phonèmes - contrôle de sons purs - tâche motrice	AQB + lents que fluents uniquement sur la tâche de contrôle de phonèmes  Pas de différence entre les groupes au niveau des erreurs  en faveur de difficultés spécifiques au niveau de l'encodage phonologique
<b>Jugement de Rimes</b>	Bosshardt et al. 2002	14 PQB et 16 fluents	AQB et A.Fluents -prise de TR et durée Génération de phrases avec ou sans décision de rimes ou de catégories	Tâches simples (génération de phrases) : AQB = A.Fluents Tâches duelles (génération de phrases + jugement de rime/catégorie) : AQB nombre de propositions inférieur à celui des A.fluents
	Weber-Fox et al. 2004	11 AQB et 11 fluents	Jugement de rimes aussi rapide que possible 2 conditions : rimes congruentes /incongruentes Mesures : -% de réponses justes -TR -ERP	% de réussites des AQB inférieur à celui des A.fluents sur conditions incongruentes AQB plus lents En faveur d'une vulnérabilité à l'augmentation de la complexité. Pas de support de la CRH
<b>Tests planification Répétition de Non-Mots</b>	Hennessey et al. 2008	18 AQB et 18 fluents	dénomination avec amorce sémantique/ phonologique/ pas d'amorce	Globalement, AQB = A.fluents Auteurs ne supportent pas la CRH

			tâche association symbole/ mot ou non-mot	
	Smith et al. 2010	20 AQB et 20 fluents	AQB et A.fluents Répétition Non-Mots Parole fluente	AQB ne font pas plus d'erreurs de répétition que A.Fluents Mauvaise coordination inter-articulaire chez les AQB. La différence entre les AQB et les A.fluents augmente avec la longueur et la complexité des items à produire.
	Yaruss & Pelczarski 2012	19 AQB et 19 fluents	tâches de traitement phono sur items lexicaux et non-lexicaux + Répétition de Non-Mots	AQB : scores + bas sur Non-Mots AQB : moins précis en répétition de Non-Mots. Mais sur les tâches impliquant le traitement de mots : pas de différence entre les deux groupes.

**Tableau 4 : Tableau récapitulatif**

## **4 Y'a-t-il corrélation entre les disfluences et la complexité phonologique ?**

### **4.1 DÉFINITION DE LA COMPLEXITÉ PHONOLOGIQUE**

La notion de complexité phonologique est plurifactorielle, et fait intervenir différentes mesures telles que la taille des inventaires consonantiques et vocaliques, les structures syllabiques et les tons. Des scores de complexité inhérente à chaque segment ont été proposés s'appuyant sur la notion de « complexité articulatoire » et les sons les plus simples ou « basics » sont les plus fréquents dans les langues (Lindblom & Maddieson, 1988). Concernant les structures syllabiques, Maddieson (2007 ; 2009) classe les langues trois niveaux de complexité en fonction de la structure syllabique maximale autorisée : Simple pour /CV/ ; Modéré pour /CCVC/ avec des codas simples et des attaques dont le nombre est limité ; Complexe pour les structures plus élaborées. La classe Modéré concerne des attaques constituées de consonnes seules ou un nombre limité de clusters CC regroupant le plus souvent des obstruents suivies d'une approximante ou d'une liquide, séquences très fréquentes dans les langues. La notion de complexité est de fait liée à la notion de fréquence dans les langues.

#### **4.1.1 La complexité : hiérarchie et indices**

La *complexité de la réalisation articulatoire* des syllabes peut être hiérarchisée en fonction de la structure syllabique. Une syllabe composée d'une voyelle est plus simple sur le plan articulatoire qu'une syllabe composée d'une consonne et d'une voyelle, elle-même plus simple qu'une syllabe commençant par un cluster, sachant qu'une langue qui possède la structure au niveau le plus élevé possède également les structures plus simples (Rousset, 2004):

$V < CV < CCV < CCCV \dots$  (où C est la Consonne et V la voyelle).

Par ailleurs, d'autres hiérarchisations peuvent être envisagées au sein des syllabes simples de type CV. En effet, la théorie de Macneilage (1998) basée sur l'observation du babillage canonique, avance que les syllabes CV peuvent être classées en *Pure Frame* et *Content Frame*. Les *Pure Frame* correspondent au cadre primitif qui associe une consonne et une voyelle dont les lieux d'articulation sont en cohérence, la trajectoire linguale étant minimale. Dans les *Content Frame* les mouvements linguaux sont plus importants. Les *Content Frame* sont donc considérés comme étant plus complexes à réaliser que les *Pure Frame*. D'un point de vue développemental, les *Pure Frame*

apparaîtraient avant les *Content Frame*. Cette tendance développementale se trouve corroborée dans les lexiques des langues du monde (Rousset, 2004). Ainsi, les structures les plus favorisées correspondent aux *Pure Frame* et sont les suivantes

- C labiales+V centrale
- C coronale+V antérieure non arrondie
- C vélaire+ V postérieure arrondie

D'autre part, l'Indice de Complexité Phonétique de Jakielski (1998) permet de définir les facteurs de complexité présentés dans le tableau ci-dessous.

Factor	No Score	One point each
1. Consonant by place	Labials, coronals, glottals	Dorsals
2. Consonant by manner	Stops, nasals, glides	Fricatives, affricates, liquids
3. Singleton consonants by place	Reduplicated	Variegated
4. Vowel by class	Monophthongs, diphthongs	Rhotics
5. Word shape	Ends with a vowel	Ends with a consonant
6. Word length (syllables)	Monosyllables, disyllables	>= 3 syllables
7. Contiguous consonants	No clusters	Consonant clusters
8. Cluster by place	Homorganic	Heterorganic

Tableau 5 : Indice de Complexité phonétique de Jakielski pris dans Howell et al. (2006)

Les facteurs considérés comme étant simples sont ceux qui apparaissent précocement dans le développement de la parole et sont plus fréquemment utilisés par les jeunes enfants. Ainsi, par exemple, pour le facteur 1 (lieu d'articulation des consonnes), les consonnes labiales, coronales et glottales sont considérées comme étant plus simples. Cet Indice de Complexité phonétique permet de calculer un score de complexité pour un mot donné. Les facteurs simples ne donnent pas de point alors que les facteurs complexes donnent un point. Le degré de complexité d'un mot peut être calculé en additionnant chaque score des facteurs le composant.

Le facteur 8 concernant les clusters fait débat. Selon Jakielski (1998), les clusters homorganiques sont plus simples en termes de réalisation que les hétéro-organiques (les clusters homorganiques sont composés de consonnes réalisées par le même articulateur comme /st/ par exemple ; alors que les clusters hétérorganiques sont composés de consonnes réalisées par des articulateurs différents comme dans /sp/). Cependant, Huinck et al. (2004), s'appuyant sur la théorie de la phonologie articulatoire de Browman & Goldstein (1989, 1992, 1997), remettent en question cette hiérarchie dans la complexité des clusters. Pour ces auteurs, il n'est pas certain que les clusters homorganiques soient plus simples à réaliser que les clusters hétérorganiques. En



effet, ils trouvent que des clusters homorganiques suscitent des temps de réaction plus longs que les clusters hétéroorganiques. Les auteurs interprètent leurs résultats à la lumière des expériences sur le contrôle moteur qui suggèrent que les mouvements complexes nécessitent plus de temps de préparation que les mouvements simples. « Data from motor control experiments in limb movements, for example, suggest that complex movements elicit longer RTs because more time is needed for programming (and potentially initiating) these complex actions » (Huinck et al., 2004, p7) <sup>3</sup>. Ainsi, les clusters homorganiques seraient plus complexes que les clusters hétéroorganiques.

#### **4.1.2 La fréquence d'apparition des séquences**

La phonotactique concerne les règles d'arrangement possibles des sons d'une langue donnée (Crystal, 1980 ; Trask, 1996). La probabilité phonotactique correspond à la fréquence d'occurrence des différentes séquences de sons dans le lexique d'une langue (Storkel, 2001, 2003; Vitevitch, 2002). Elle influence la production de la parole déjà chez les enfants d'âge pré-scolaire (Coady & Aslin, 2004). Plusieurs études expérimentales montrent que la probabilité phonotactique a un effet sur la précision de reconnaissance et de production des mots. Notamment, la répétition et la dénomination sont facilitées lorsque la probabilité phonotactique est élevée (pour une revue, cf Anderson et Byrd, 2008). Plus la probabilité phonotactique est élevée, plus elle a un effet facilitateur sur la production.

### **4.2 L'INFLUENCE DE LA COMPLEXITÉ PHONOLOGIQUE SUR LA PAROLE BÈGUE**

Les premières études en anglais, ne révèlent pas de lien entre les disfluences et la complexité phonologique (Throneburg et al., 1994 ; Howell & Au-Yeung, 1995). Ces auteurs considèrent qu'un mot peut comporter trois types de difficultés phonologiques : les consonnes d'émergence tardive, les clusters et la longueur du mot (plus de deux syllabes). Sur des corpus de parole spontanée, les mots sont analysés en fonction de la présence d'un facteur de complexité et de la présence de disfluences. Aucune différence n'est trouvée entre les mots bégayés et les mots fluents. Autrement dit, les mots bégayés ne contiendraient pas plus de difficultés phonologiques que les mots fluents. Puis Howell et al. (2000) décident de conduire le même genre d'analyses mais en tenant compte du type de mots (*mots pleins/mots fonction*) et de la place de la difficulté phonologique dans le mot. Ils s'intéressent à la syllabe initiale puisque les disfluences, en anglais,

---

<sup>3</sup> Les données issues des expérimentations sur le contrôle moteur au niveau des mouvements des membres par exemple, suggèrent que les mouvements complexes entraînent des temps de réaction plus longs à cause du temps supérieur nécessaire pour la programmation (et l'initiation) de ces mouvements complexes.

se portent majoritairement en début de mots (Brown, 1945, Wingate, 1988). La parole spontanée de trois groupes d'âges (3-11 ans, 11-18 ans et plus de 18 ans) est étudiée. Pour chaque sujet, les mots sont annotés et analysés en fonction :

- de la classe à laquelle le mot appartient (*fonction ou plein*)
- de la présence ou non de disfluences
- de la présence ou non de complexité phonologique (consonne d'émergence tardive, et/ou cluster consonantique)
- de la position de la difficulté phonologique dans le mot

Les résultats varient en fonction des groupes d'âge. Il ressort que le bégaiement des adolescents et des adultes, est intensifié par des difficultés phonologiques situées à l'initiale des *mots pleins*. Pour les *mots fonction*, aucune influence de la complexité phonologique n'est trouvée. En effet, d'une part, il semble que seule une faible partie des *mots fonction* comporte des difficultés phonologiques ; d'autre part, lorsqu'une difficulté est présente sur le *mot fonction*, elle ne suscite pas de disfluence. Chez les enfants, il ne paraît pas y avoir de lien entre le type de mot et la complexité phonologique : le taux de disfluences est le même que le mot soit *plein ou fonction*, avec ou sans difficulté phonologique. De plus, le bégaiement des enfants se porte plus sur les *mots fonction*, alors que celui des adultes est essentiellement sur les *mots pleins*. Ainsi, il semble y avoir une évolution dans le développement du bégaiement. Avec l'âge le taux important de disfluences passe des *mots fonction* aux *mots pleins* et devient sensible à la complexité phonologique, chez les anglophones. Howell et al. (2006) confirment ces résultats en étudiant 42 personnes bégues. Ils indiquent cette fois la complexité phonologique grâce aux scores IPC (Indice de Complexité Phonétique, Jakielski, 1998) des mots du discours spontané d'enfants (16 âgés entre 6 et 8 ans), d'adolescents (16 âgés entre 11 et 17 ans) et d'adultes bégues (10 adultes ayant plus de 18 ans). Le score IPC (Jakielski, 1998) est calculé pour chacun des mots du corpus. Il apparaît que les *mots pleins* utilisés par les adultes sont plus complexes (ont un plus fort indice de complexité phonétique) que ceux utilisés par les enfants. Aussi, chez les adolescents et les adultes, les disfluences se portent majoritairement sur les *mots pleins* ayant l'indice de complexité le plus élevé. « The fact that significant effects were only found for older age groups and that the effect was specific to content words suggest that phonological difficulty is associated with the later course of stuttering rather than its onset for english speakers at least. »<sup>4</sup> (Howell & Rusbridge, 2011, p111).

---

<sup>4</sup> Le fait qu'on trouve des effets significatifs seulement pour le groupe le plus âgé et que cet effet soit spécifique aux mots pleins, suggère que la difficulté phonologique soit liée à l'évolution tardive du bégaiement plus qu'à son début, au moins pour les locuteurs anglais.

Howell & Au-Yeung, 2007 poursuivent l'étude de Howell et al. (2006) en appliquant strictement le même protocole à une population hispanophone. Une conversation spontanée d'une vingtaine de minutes est analysée en séparant *mots pleins* et *mots fonction*. Comme pour l'anglais, ils trouvent que les *mots pleins* sont plus complexes que les *mots fonction*. Les résultats montrent, uniquement pour les adultes, que les *mots pleins* sont significativement plus porteurs de disfluences que les *mots fonction*. Dans les deux langues et pour les trois groupes, la complexité phonologique ne joue pas de rôle sur les mots fonction. Ainsi, ils retrouvent une évolution du bégaiement avec l'âge et une sensibilité tardive à la complexité phonologique. Des résultats similaires sont obtenus chez les germanophones (Dowrzynski & Howell, 2004) et les persanophones (Mokhlein, 2006 cité par Karimi & Nilipour, 2011).

La notion de complexité phonologique renvoie également à celle de fréquence d'occurrence des unités dans la langue.

#### **4.3 INFLUENCE DE LA FRÉQUENCE DES SÉQUENCES DE SONS SUR LA PAROLE BÈGUE**

Relativement peu d'études, à notre connaissance, couvrent ce domaine. Essentiellement, les chercheurs (Anderson & Byrd, 2008), s'appuient notamment sur deux études pour bâtir leur hypothèse : si le bégaiement est lié à des difficultés de traitement des segments phonologiques (Byrd et al. 2007) et que la probabilité phonotactique a une influence sur les patterns d'erreurs (Storkel, 2001), alors il pourrait être logique que la probabilité phonotactique influence la fluence (les mots bégayés auraient une probabilité plus basse que celle des mots fluents) et le type des disfluences. Anderson & Byrd (2008) enregistrent des conversations spontanées de 19 enfants bégues, en conversation spontanée avec leurs parents. A partir d'un échantillon de parole de 500 mots, ils identifient les mots bégayés qu'ils associent à un mot fluent en faisant correspondre la classe grammaticale, et le nombre de syllabes. Ils essaient aussi de les faire correspondre au niveau du nombre de phonèmes, de la familiarité des mots, de la fréquence des mots, de la densité et de la fréquence de voisinage. Chez l'enfant, contrairement aux attentes, la probabilité phonotactique n'a pas d'impact sur la susceptibilité d'un mot à être bégayé. En revanche, elle influence de manière significative le type de disfluence. Les répétitions de mots d'une syllabe ont une probabilité phonotactique plus faible que celle des autres types de disfluences (répétitions de parties de mots, prolongation). Chez l'adulte, à notre connaissance, il n'y a pas d'études s'intéressant à l'impact de la probabilité phonotactique sur la parole bégue.

Ainsi, contrairement aux enfants qui bégaiement, les adultes bégues ne semblent pas avoir de lacunes au niveau de l'encodage phonologique, mais leur bégaiement est influencé par la

complexité phonologique et plus généralement, leur système de parole est sensible à la complexité de la tâche.

## **5 Conclusions et réflexions cliniques**

### **5.1 CONCERNANT LES MODÈLES**

Il est possible, comme le suggère la CRH, que le bégaiement s'accompagne de lacunes au niveau de l'encodage phonologique. L'expérience clinique permet de pressentir l'existence d'un lien effectif entre le bégaiement et des difficultés ou des lacunes au niveau de l'encodage phonologique, notamment chez l'enfant, mais la nature de ce lien est difficile à objectiver uniquement par la pratique clinique.

L'hypothèse d'une lenteur de la planification (EXPLAN) en présence d'un contexte phonologique complexe est attirante mais soulève des questions lorsqu'on a l'habitude de travailler avec des personnes qui bégaiement.

- Pourquoi les personnes qui bégaiement, si l'ensemble des disfluences pouvait être expliqué par le modèle EXPLAN, ont de grandes difficultés à se présenter et bégaiement souvent sur leurs nom et prénom (que l'on peut considérer comme quasi automatisés, donc peu sujets à des retards de planification) ? Bien sûr, les émotions peuvent jouer lors d'une présentation de soi et susciter les disfluences, mais il paraît difficile d'expliquer ces disfluences par un retard de planification sur l'exécution de la parole.
- Pourquoi les personnes qui bégaiement peuvent bloquer uniquement sur la production de certains sons isolés ? blocage uniquement sur la production d'un /a / par exemple. Ce cas de figure est rare et plutôt présent chez des sujets dont le bégaiement est sévère à très sévère, mais il existe.
- Pourquoi les personnes qui bégaiement font de nombreux évitements de certains mots qualifiés de « bégogènes » ? Ce genre d'attitude signifie au contraire de ce que suppose EXLAN, que la personne a largement anticipé un mot qu'elle redoute car elle sait pertinemment que ce mot a tendance à la faire bégayer. Pour éviter le bégaiement qui risque de sortir sur ce mot, la personne préfère l'éviter, et en choisir un autre. Cette gymnastique mentale démontre plutôt que les personnes qui bégaiement jonglent avec les mots avant même qu'ils soient prononcés. La planification ne semble donc pas être en retard dans ces cas-là.

- Enfin, ce retard de planification pourrait sans doute exister chez certains, mais nombreux sont les patients qui disent ressentir une grande frustration due au fait même d'avoir le mot en tête et de ne pouvoir le sortir.
- Pourquoi sur des textes connus par cœur les disfluences peuvent quand même sortir ?

Concernant les situations évoquées ci-dessus, il ne semble pas que les disfluences puissent s'expliquer par un retard de planification sur l'exécution. Il est néanmoins possible que le modèle EXPLAN explique la survenue de disfluences dans d'autres situations.

## 5.2 CONCERNANT LE LIEN ENTRE COMPETENCES PHONOLOGIQUES ET BEGALEMENT

Lorsque l'enfant présente de manière concomitante un autre trouble (langagier et/ou phonologique) la prise en charge est quelque peu modifiée. Il est possible de faire une prise en charge simultanée (les deux troubles sont traités en même temps et de manière intégrée), parallèle (les deux troubles sont traités en même temps au sein de deux types de prises en charge séparées), par cycles (pendant un temps un trouble est traité puis pendant un second temps l'autre trouble est traité), ou de manière séquentielle (un trouble est traité complètement puis l'autre) (Berstein-Ratner, 1995). Dans le cas de la prise en charge séquentielle, le bégaiement doit être traité en premier en raison du risque de chronicisation, mais cette approche est largement considérée comme étant la moins souhaitable. Dans le cas d'une approche simultanée, la question de l'interaction des deux troubles devient essentielle. Certains auteurs Ratner, 1995 ; Conture et al. 2006) adoptent en quelque sorte le principe de précaution et partent de l'hypothèse qu'il y a interaction négative entre les deux troubles. Ils conseillent alors de traiter le trouble phonologique de manière indirecte, c'est-à-dire sans explicitement porter l'attention de l'enfant sur les erreurs phonologiques. L'idée est de travailler la fluence prioritairement et d'inclure le travail sur les erreurs phonologiques dans celui de la fluence (Byrd et al., 2007). Cependant, Nippold (2002) souligne qu'il n'y a pas de véritable preuve justifiant une approche indirecte du trouble phonologique puisque la majorité des études ne révèlent pas d'interaction entre les deux troubles. Cette question mérite d'être approfondie par d'autres recherches.

Par ailleurs, le bégaiement de l'enfant diffère de celui de l'adulte. En effet, concernant les lacunes au niveau de l'encodage phonologique et l'influence de la complexité phonologique, un pattern développemental semble exister. Dans la plupart des études, chez l'enfant, il semble exister des lacunes au niveau de l'encodage phonologique. Pourtant, la complexité phonologique ne semble pas influencer la parole. Chez l'adulte qui bégaye, le pattern paraît inversé. Peu d'études concluent

en faveur de lacunes au niveau de l'encodage phonologique, mais beaucoup mettent en avant une influence de la complexité. Toutefois, l'absence d'influence de la complexité phonologique dans le bégaiement de l'enfant n'est pas complètement confirmée. En effet, deux études démontrent une influence de la complexité phonologique chez l'enfant qui bégaié : (Wolk et al., 2000) montrent que les disfluences des enfants bègues ressortiraient plus facilement sur des mots porteurs de clusters et d'erreurs phonologiques. Et Smith et al., (2012) montrent que sur une tâche de répétition de non-mots, les enfants qui bégaièrent font plus d'erreurs que les enfants fluents surtout lorsque les non-mots sont phonologiquement complexes. Il est possible, comme le suggère Nippold (2002) que dans les autres études, les protocoles souvent basés sur de l'analyse de parole spontanée, soient biaisés par le fait que les enfants ne produisent spontanément que peu de mots à l'initiale complexe.

Ainsi, il serait utile de disposer d'une épreuve de bilan permettant de savoir si le bégaiement est influencé par la complexité phonologique ou par la production d'erreurs phonologiques. Une épreuve de description d'image suscitant la production de mots complexes permettrait de se rendre compte de l'influence de la complexité ou des erreurs phonologiques sur l'apparition des disfluences, et donc d'orienter la prise en charge. L'idée serait d'orienter la prise en charge en fonction de chaque enfant. Si la description de l'image montre un lien entre l'apparition des disfluences et la complexité phonologique ou les erreurs, alors la prise en charge du trouble phonologique peut être indirecte. Au contraire, si aucun lien n'apparaît, alors la prise en charge du trouble phonologique peut être directe.

### **5.3 CONCERNANT LA SENSIBILITÉ À LA COMPLEXITÉ DE LA TÂCHE**

La parole des personnes qui bégaièrent paraît sensible à la complexité de la tâche surtout chez les adultes (Bosshardt et al., 2002 ; Weber-fox et al. 2004 ; Hennessey et al., 2008 ; Smith et al., 2010). Quand la complexité de la tâche augmente, les difficultés apparaissent dans la parole adulte et peuvent se manifester par des TR plus longs (Weber-Fox et al., 2004 ; Hennessey et al. 2008) ou par une incoordination inter-articulateurs en parole fluente (Smith et al., 2010). Chez les enfants, cette sensibilité à l'augmentation de la charge cognitive n'est pas retrouvée (Weber-Fox et al., 2008).

Finalement, les différences entre les adultes qui bégaièrent et les adultes fluents ressortent majoritairement lorsque la tâche se complexifie. Les études de Smith et al. (2012) pour les enfants qui bégaièrent, et Smith et al. (2010), pour les adultes qui bégaièrent, s'intéressent au lien entre erreurs et disfluences mais également à la coordination motrice de parole qui apparaît perturbée notamment lorsque la complexité de la tâche augmente. Est-ce que cette sensibilité à la

complexité ne serait pas due à des difficultés ou des particularités au niveau du système moteur de la parole bègue ? Cette question nous amène à aller voir du côté de la phonétique du bégaiement afin de nous rendre compte de ce qui se passe plus finement au niveau de la parole fluente et disfluente des personnes qui bégaiement.

Pour les enfants qui bégaiement, la concomitance entre trouble phonologique et bégaiement est élevée. Mais la nature du lien entre les deux n'est pas encore claire. La chronicisation du bégaiement serait peut-être favorisée par la présence d'un trouble phonologique lors du développement de la parole. Cependant, la plupart des études ne concluent pas en faveur d'une interaction entre le trouble phonologique et le bégaiement. De plus, la complexité phonologique ne paraît pas non plus influencer la survenue des disfluences chez l'enfant. Pourtant, si erreurs et disfluences, et si complexité et disfluences, ne sont généralement pas montrées comme étant corrélées, l'encodage phonologique des enfants qui bégaiement semble relativement fragile. Chez l'adulte, il semble exister une sensibilité à la complexité phonologique marquée par des disfluences plus nombreuses sur les items complexes. Quelques études soulignent un déficit au niveau de l'encodage phonologique mais finalement le facteur souvent retenu comme impactant le bégaiement de l'adulte est celui de la complexité de la tâche, peut-être en raison d'une vulnérabilité du système moteur de parole.

# Chapitre 3

---

## Les manifestations phonétiques du bégaiement



Les manifestations phonétiques du bégaiement sont particulièrement intéressantes. Elles permettent de saisir les mécanismes en jeu dans la parole disfluente, mais surtout fluente des personnes qui bégaiement. Après avoir présenté les hypothèses sur un éventuel déficit coarticulatoire dans la parole des personnes qui bégaiement, ce troisième chapitre définit la coarticulation dans la parole non-pathologique, puis passe en revue les études qui ont testé les hypothèses d'un déficit coarticulatoire chez les adultes et chez les enfants qui bégaiement. Enfin, nous abordons les aspects de contrôle moteur de la parole bégue.

## **1 Les premières hypothèses**

Van Riper (1971, 1982) et Wingate (1969, 1977, 1988) ne considèrent pas classiquement le bégaiement comme étant un trouble se portant sur des sons en particulier. Selon ces deux auteurs, les disfluences ne sont pas des échecs dans la production d'un son mais résulteraient plutôt d'un déficit de transition d'un son à l'autre. Ainsi, ce ne sont pas les propriétés des sons eux-mêmes qui participent à l'apparition des disfluences mais la zone de fragilité créée par le passage d'un son à l'autre. Cependant, les deux auteurs ne sont pas complètement d'accord sur ce qui se passe au niveau de cette zone de fragilité.

Van Riper (1982), considère que les syllabes disfluentes sont phonétiquement différentes des syllabes fluentes en raison de la présence d'un schwa au sein de la syllabe disfluente. En d'autres termes, lors d'une disfluence, la voyelle-cible est remplacée par la voyelle neutre. L'auteur attribue ce phénomène à un trouble de la coarticulation.

Wingate propose quant à lui, l'hypothèse de la *ligne de faille*. Les disfluences seraient un phénomène intra-syllabique ne pouvant jamais intervenir en fin de syllabe. Pour Wingate, la transition d'un phonème à un autre au sein d'une syllabe constituerait une zone de fragilité ou *ligne de faille*, sur laquelle les disfluences se porteraient. « The description of stutter on those initial sounds is a misconception, based on surface appearance and testimony, rather than objective analysis. [...] The difficulty cannot be with the sound per se ; the crux of abnormality is the evident failure (better, transient inability) to move on, into the sound that should follow. » (Wingate, 2002 p 298-299)<sup>1</sup>. Ainsi, comme Van Riper, Wingate pense que la principale difficulté du bégaiement se trouve dans la coarticulation, cependant, Wingate ne considère pas que ce problème de coarticulation se manifeste par la présence d'un schwa.

---

<sup>1</sup> Considérer le bégaiement comme se plaçant sur les sons initiaux est une interprétation erronée, basée sur des apparences plutôt que sur une analyse objective. [...] La difficulté ne peut se trouver dans le son lui-même ; l'essentiel de l'anormalité est l'échec (ou mieux, incapacité transitoire) du mouvement vers le son suivant.

Des mesures acoustiques de la coarticulation ont été utilisées pour étudier ces lacunes au niveau de la coarticulation supposées par Van Riper (1971, 1982) et Wingate (1969, 1977, 1988) chez des adultes et des enfants qui bégaièrent, en parole disfluente mais aussi et surtout en parole fluente. Avant de présenter les études qui traitent de la coarticulation chez les personnes qui bégaièrent, nous présentons la coarticulation dans la parole non-pathologique.

## **2 La coarticulation dans la parole non-pathologique**

### **2.1 DÉFINITION, GÉNÉRALITÉS**

Les mécanismes de production de la parole sont faits d'ajustements simultanés, d'influences constantes montrant que la production d'un son ne peut être détachée de celle des précédents et des suivants plus ou moins proches. Ces phénomènes de coarticulation sont une des causes majeures de l'extrême variabilité articulatoire et acoustique de la parole (Lindblom, 1963). La notion de coarticulation implique une dimension temporelle et une dimension spatiale qu'il est difficile de dissocier (Kühnert & Nolan, 1999). Au niveau spatial, les mouvements articulatoires mis en œuvre pour la réalisation d'un son subissent des adaptations en fonction des gestes articulatoires nécessaires pour la réalisation des autres segments phonétiques adjacents. Au niveau temporel, l'influence d'un son sur un autre peut être plus ou moins anticipée dans un segment précédent, ou prolongée dans un segment suivant. Cette influence bi-directionnelle dans le temps donne naissance aux deux types de coarticulation : l'anticipatoire qui correspond à l'influence d'un son dans le ou les sons qui le précèdent, et la progressive qui correspond à l'influence d'un son dans le ou les sons qui le suivent. Lors de la coarticulation anticipatoire, l'anticipation peut être faite 6 ou 7 segments en amont du son influant. Kent & Minifie (1977) citent l'exemple donné par Benguerel & Cowan (1974) : dans la phrase « une sinistre structure », /ynsɪnistRstRyctyR/, la protusion des lèvres pour le /y/ en gras, commence majoritairement dans le /s/ en gras, 6 segments avant, et parfois dans le /i/ en gras. La coarticulation progressive est l'influence inverse. Pour illustrer cette dernière, Kent & Minifie (1977) donnent l'exemple du mot anglais « boots », /buts/, dans lequel la protusion des lèvres caractéristique du /u/ s'étendrait jusque dans le /t/ et le /s/.

L'idée de coarticulation va au-delà des mécanismes d'inertie et de contraintes biomécaniques des articulateurs. Plusieurs facteurs jouent un rôle dans les phénomènes de coarticulation : les propriétés des sons eux-mêmes, notamment, le lieu d'articulation des consonnes (Susman et al., 1991 ; Sussman et al., 1992), l'accent tonique, (De Jong et al., 1993), la prosodie (Fourgeron et al., 1997), le débit de parole (Lindblom, 1963), la langue parlée (Solé, 1992, 1995), peuvent faire varier la coarticulation. La coarticulation n'est pas la simple conséquence des mouvements

engendrés par la succession des cibles articulatoires de la chaîne parlée. Elle présente une dimension d'adaptation aux différentes exigences de la situation de communication. Dans l'« Hyper-Hypospeech Theory », Lindblom (1990) défend l'idée que la coarticulation dépend d'une adaptation réciproque entre les deux interlocuteurs. Il conçoit le large rang des réalisations phonétiques comme un continuum allant d'une hyper-articulation à une hypo-articulation. Le locuteur place sa parole le long de ce continuum en fonction du degré de contraste perceptuel imposé par la situation de communication (s'adresser à un étranger ou à une personne très connue par exemple) et de la tendance naturelle de tout système biologique vers une économie de l'effort (Recasens & Espinosa, 2009). Moins les contrastes phonétiques seront nécessaires à la compréhension, plus la coarticulation pourra être importante, et plus la parole sera variable. Ainsi, sur le plan du contrôle moteur, la coarticulation se manifeste comme un déplacement réduit et économe des articulateurs lorsque le contexte le permet, et répond donc au principe d'économie (Farnetani, 1999).

Enfin, comme le soulignent Kent & Minifie (1977), un des aspects très séduisants de l'étude de la coarticulation tient dans le fait qu'elle ouvre une fenêtre sur le contrôle moteur de la parole. En effet, les patterns coarticulatoires permettent des interprétations sur la structure de programmation des unités de production de la parole et sur le contrôle moteur.

Les techniques instrumentales d'analyse de la coarticulation sont larges et dépendent de chaque articulateur étudié. Les mesures peuvent être articulatoires (électropalatographie, ElectroMagnetic Midsagittal Articulography (EMMA), ultra-son...) (Stone, 2012), musculaires (électromyographies) (Fromkin & Ladefoged, 1966 ; Stone, 2012) ou acoustiques (Fujimura & Erickson 2012).

## **2.2 LES MESURES ACOUSTIQUES DE LA COARTICULATION ANTICIPATOIRE.**

La coarticulation observée au niveau articulatoire a bien sûr des conséquences au niveau acoustique. Les principales mesures acoustiques utilisées pour étudier ces phénomènes de coarticulation sur les segments vocaliques sont l'évolution du deuxième formant F2.

Le F2-ratio (Nittrouer et al., 1988) est mesuré en prenant la valeur de F2 à la première pulsation glottique suivant le relâchement de la consonne (début de la transition formantique : point (a) sur la figure 7), et la valeur de F2 à la première pulsation glottique identifiée comme débutant la partie stable de la voyelle (fin de la transition : point (b) sur la figure 7). Les mesures prises correspondent alors au différentiel en fréquences (Hz) et en temps (ms) entre le point a et le point b. La figure 7 illustre les frontières encadrant la transition du F2 entre a et b.

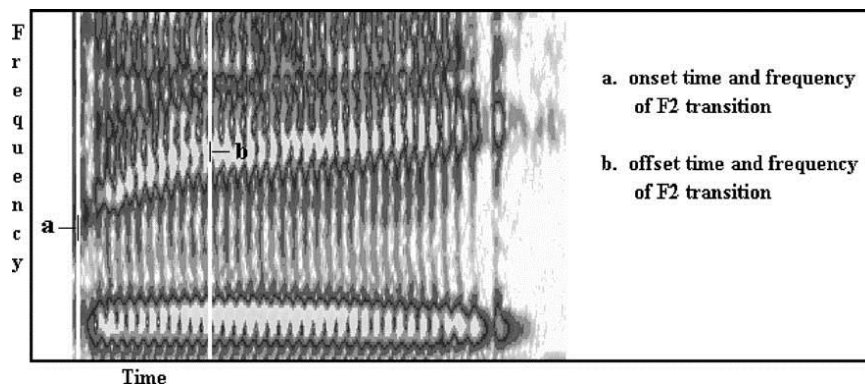


Figure 7 : Frontières a et b posées pour délimiter la transition du F2. (Figure tirée de Subramanian et al. 2003).

Les études (Robb & Blomgren, 1997 ; Subramanian, 2003) qui analysent les transitions formantiques chez les personnes qui bégayaient considèrent souvent plusieurs mesures pour chaque type de syllabe CV:

- les valeurs isolées de F2 au début acoustique de la voyelle (nous les appellerons  $F2_{cons}$ ), et les valeurs isolées de F2 dans la partie stable de la voyelle (nous les appellerons  $F2_{voy}$ )<sup>2</sup>. Ces mesures de fréquence reflètent partiellement les positions relatives des articulateurs au début et à la fin de la transition.
- Le différentiel en Hz entre le point a et le point b. Il se réfère à l'amplitude du mouvement des articulateurs durant la transition :  $\Delta F2$
- Le différentiel en ms entre les points a et b :  $\Delta t$ .
- La pente interpolant les mesures les points a et b.
- Enfin le taux de transition formantique (TTF) qui est le rapport du différentiel en Hz sur le différentiel en ms (Hz/ms) et qui indique la vitesse de transition :  $\Delta F2 / \Delta t$ .

Une pente élevée signifie peu de coarticulation anticipatoire, et des mouvements du corps de la langue, larges et rapides dans la cavité buccale. A l'inverse, un coefficient de pente faible représente alors un degré élevé de coarticulation

L'Equation du Locus proposée par Lindblom (1963) permet, en effectuant une régression linéaire de la fréquence du F2 prise au début acoustique d'une voyelle ( $F2_{cons}$ ), par rapport à la fréquence du F2 prise dans la partie stable de la voyelle ( $F2_{voy}$ ), une mesure acoustique de la coarticulation dans des syllabes CV. Ces valeurs sont prises pour une même consonne associée à différents contextes vocaliques. Lorsque l'on dispose sur un graphe les valeurs de  $F2_{cons}$  (en

<sup>2</sup> Pour plus de clarté, nous appellerons  $F2_{Cons}$  les débuts de transitions formantiques de F2, et  $F2_{Voy}$  les fins de transitions. Dans la plupart des études les  $F2_{Cons}$  sont pris à la première pulsation glottique suivant le relâchement de la consonne prévocale. Le  $F2_{Voy}$  est souvent défini de manière variable en fonction des études.

ordonnée) en fonction de celles de  $F2_{\text{voy}}$  (en abscisses), l'ensemble des points relatifs à un lieu d'articulation (bilabiale, alvéolaire, vélaire) coarticulés avec plusieurs voyelles différentes, sont interpolés par la pente de régression décrite par la formule:

$$F2_{\text{cons}} = k * F2_{\text{voy}} + b \text{ (Lindblom, 1963),}$$

Où  $k$  et  $b$  sont respectivement, la pente de la droite d'interpolation et l'intersection avec l'axe des ordonnées (Sussman et al., 1999). La pente  $k$  donne le degré de coarticulation anticipatoire pour chaque consonne. Une pente  $k$  égale à 0 signifie qu'il n'y a pas de coarticulation anticipatoire. Comme le montre la figure 8 (situation idéale), en haut à gauche, la variation du contexte vocalique n'entraîne pas de modification du locus consonantique. Les transitions formantiques du F2 sont alors très marquées. Et, les valeurs de  $F2_{\text{cons}}$  dépendent de la consonne uniquement et ne dépendent pas des valeurs de  $F2_{\text{voy}}$ , ce qui résulte en une droite dont la pente vaut 0. Au contraire, comme illustré en bas à gauche de la figure 8, une pente égale à 1 signifie que le degré de coarticulation anticipatoire est maximal. Dans ce second cas, le locus consonantique est largement influencé par la voyelle, et les transitions formantiques sont alors relativement plates, puisque la valeur de  $F2_{\text{cons}}$  est très proche de celle de  $F2_{\text{voy}}$ . Lorsqu'on interpole ces deux valeurs, la pente  $k$  obtenue est plus raide (égale à 1).

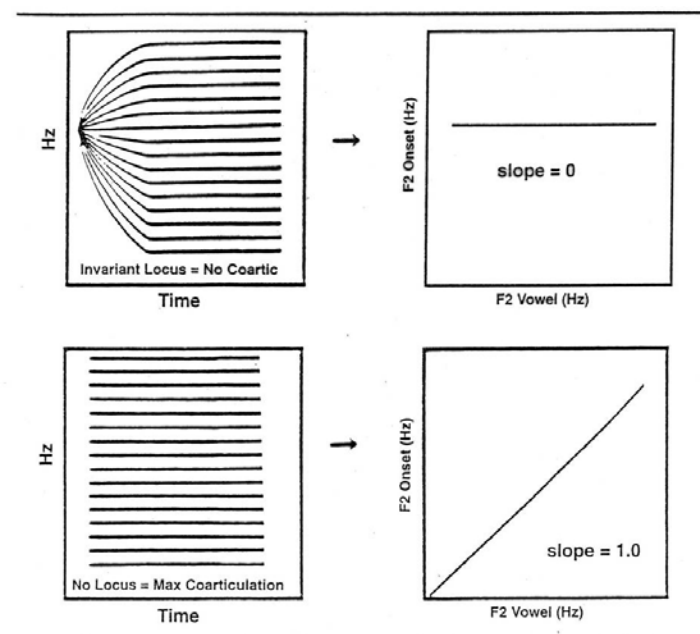


Figure 8 : Les extrêmes hypothétiques des pentes issues de l'Equation du Locus. Le haut de la figure représente une absence de coarticulation, avec des transitions du F2 marquées, et une pente de coarticulation égale à 0. Le bas de la figure représente un degré maximal de coarticulation, avec des transitions de F2 plates et une pente de coarticulation égale à 1. (Figure tirée de Sussman et al., 1999).

## 2.3 EQUATION DU LOCUS EN FONCTION DU LIEU D'ARTICULATION DES CONSONNES ET DE LA LANGUE

Sussman et al. (1991) font répéter à 10 hommes et 10 femmes adultes, anglophones, des syllabes de type /CVt/ où C= /b, d, g/ et V représente 10 contextes vocaliques différents. Deux mesures de formants sont prises :  $F2_{\text{cons}}$  (défini comme la valeur de fréquence de F2 à la première pulsation glottique après le relâchement de la consonne) et  $F2_{\text{voy}}$  (défini comme la valeur de F2 prise au milieu de la voyelle). Pour chaque consonne, la moyenne des pentes  $k$  et de  $b$  est calculée. Ces valeurs ne sont pas différentes en fonction du genre. Pour les trois types de consonne cités ci-dessus les valeurs moyennes obtenues sont reportées dans le tableau 6 :

	Pente de coarticulation (Equation du Locus) $k$	Valeur de $b$ (y-intersection)
bilabiale	0,89 (SD : 0,056)	99 Hz
alvéolaire	0,42 (SD : 0,065)	1211 Hz
vélaire	0,71 (SD : 0,091)	792 Hz

Tableau 6 : Valeurs de  $k$  et  $b$  prises dans l'étude de Sussman (1991).

Ainsi, Sussman et al. (1991) soulignent que, malgré la variabilité inhérente, des patterns acoustiques invariants liés aux lieux d'articulation, apparaissent lorsque la catégorie phonémique entière est prise en considération. Ainsi, la pente  $k$  et l'intercept  $b$  varient en fonction du lieu d'articulation de la consonne. Ces données sont confirmées par Sussman et al. (1993). Par ailleurs, Sussman et al. (1991) comparent leurs résultats à ceux obtenus dans d'autres langues, notamment à ceux de Lindblom (1963) et de Krull (1989) pour le Suédois, et remarquent que les valeurs de  $k$  diffèrent entre les langues. Sussman et al. (1993) confirment cette variation cross-linguistique en étudiant l'équation du locus dans des syllabes CV prononcées par 6 locuteurs parlant thai, 5 parlant l'arabe et 5 parlant urdu. Ci-après, nous présentons le tableau commencé par Sussman et al. (1991), représentant les valeurs de  $k$  et  $b$  trouvées par Lindblom (1963) et Krull (1989), et nous y ajoutons les valeurs issues d'autres études dans d'autres langues : anglais (Sussman et al., 1991 ; Sussman et al., 1998 ; Iskarous et al., 2010), thai, urdu, arabe (Sussman et al., 1993) et italien (uniquement pour l'alvéolaire) (Zmarich & Marchiori, 2004). Ces valeurs sont résumées dans le tableau 7. Nous précisons que l'étude de Sussman et al. (1998) donne des valeurs de  $k$  et  $b$  en fonction du style de parole (citation ou parole spontanée). Pour obtenir le style « citation », ils demandent aux participants de lire des syllabes /CVt/ (comme dans l'étude de Sussman et al. 1991). Pour le style « parole spontanée », les auteurs demandent aux participants de lire un passage contenant un grand nombre de mots en /bVt/, /dVt/, /gVt/ aussi naturellement que possible. Dans le tableau, pour cette étude, les valeurs correspondant aux deux styles de parole sont données. Par ailleurs, pour l'étude de Zmarich & Marchiori (2004), nous avons calculé la

moyenne des valeurs de  $k$  et  $b$  obtenues par les 4 sujets fluents prononçant des syllabes /dV/ atones et toniques (cf. note 4).

Lieu d'articulation		Pente de coarticulation (Equation du Locus) $k$	Valeur de $b$ (y-intersection) (en Hz)
bilabiale	Anglais américain (Sussman et al. 1991)	0,89	99
	Anglais américain (Sussman et al. 1998)		
	- Style « citation »	0,846	175
	- Style « spontané »	0,854	155
	Anglais américain (Iskarous et al. 2010)	1,004	-141,86
	Suédois Lindblom (1963)	0,69	410
	Suédois Krull (1989)	0,63	487
	Thai (Sussman et al. 1993)	0,70	228
	Arabe (Sussman et al., 1993)	0,77	206
	Urdu (Sussman et al., 1993)	0,81	172
alvéolaire	Anglais américain (Sussman et al. 1991)	0,42	1211
	Anglais américain (Sussman et al. 1998)		
	- Style « citation »	0,429	1,182
	- Style « spontané »	0,502	980
	Italien (Zmarich & Marchiori, 2004)	0,59	554
	Suédois Lindblom (1963)	0,28	1225
	Suédois Krull (1989)	0,32	1096
	Thai (Sussman et al. 1993)	0,30	1425
	Arabe (Sussman et al., 1993)	0,25	1307
	Urdu (Sussman et al., 1993)	0,50	857
vélaire	Anglais américain (Sussman et al. 1991)	0,71	792
	Anglais américain (Sussman et al. 1998)		
	- Style « citation »	0,976	334
	- Style « spontané »	0,935	310
	Suédois Lindblom (1963)	0,95	360
	Arabe (Sussman et al., 1993)	0,92	229
	Urdu (Sussman et al., 1993)	0,97	212

**Tableau 7 : Valeurs de  $k$  et  $b$  en fonction des langues.** <sup>34</sup>

Nous remarquons que les valeurs de pente  $k$  diffèrent largement entre les langues. Tout en gardant la hiérarchie suivante : /g/  $\approx$  /b/ > /d/ pour une même langue.

Pourquoi retrouve-t-on des pentes relativement raides pour la bilabiale et la vélaire et plus plates pour l'alvéolaire ? L'interprétation articulatoire des données acoustiques permet d'expliquer cette variation. Elle doit toutefois être faite avec prudence car la relation entre les données acoustiques et articulatoires n'est pas linéaire (Recasens, 1999 ; Löfqvist, 1999). L'importance du degré de coarticulation reflète l'étendue du chevauchement entre les propriétés de la consonne et celle de la voyelle dans une syllabe CV. Chaque segment phonétique possède un certain degré de résistance à la coarticulation en fonction du contexte dans lequel il est coarticulé (Recasens et al., 1997). Lorsque, dans la même syllabe, la consonne et la voyelle ne sont pas articulées par le même

<sup>3</sup> Pour l'étude de Krull (1989), nous avons calculé les moyennes de degrés de coarticulation, par consonne, obtenus par les 5 sujets enregistrés dans l'étude. Nous avons pris les résultats de coarticulation mesurée dans les mots isolés en lecture.

<sup>4</sup> Pour l'étude de Zmarich et Marchiori (2004), nous avons calculé les moyennes des valeurs de  $k$  et  $b$  prises dans les syllabes toniques et atones des 4 sujets fluents.

articulateur, alors la coarticulation peut être plus forte, permettant d'importants chevauchements à la fois temporels et spatiaux. Fowler (1994) explique que dans une syllabe CV, lorsque la consonne est une bilabiale, la langue est totalement libre pour l'articulation de la voyelle suivante, ainsi, les chevauchements temporels et spatiaux peuvent avoir lieu entre la production du /b/ et celle de la voyelle suivante. Le degré de coarticulation est donc important dans une syllabe de type /bV/. Au contraire, pour l'alvéolaire, la mobilité du dos de la langue est réduite lors de l'articulation de la voyelle, puisque la pointe de langue est déjà impliquée dans l'articulation du /d/. Enfin, pour les vélaires, les pentes sont importantes car la région du lieu d'articulation est étendue. Elle peut être palatale (lorsque la vélaire est coarticulée avec une voyelle antérieure), ou vélaire (lorsqu'elle est coarticulée avec une voyelle postérieure). Ces larges possibilités d'occlusion vélaire contribuent à des degrés de coarticulation importants dans les langues comme le Suédois ou l'Anglais. Fowler (1994) souligne que le degré de coarticulation des vélaires est important dans ces deux langues sans doute parce qu'il n'existe pas dans ces langues d'autres consonnes articulées dans le voisinage proche de la vélaire /g/. Ainsi, en termes de perception, l'auditeur ne peut faire de confusion. Fowler (1994), contrairement à Susman et al. (1991, 1999), considère que le degré de coarticulation n'est pas un indice direct du lieu d'articulation des consonnes puisque d'autres facteurs l'influencent, notamment, comme nous venons de le voir, la langue parlée.

### **3 Les patterns coarticulatoires de la parole bègue**

#### **3.1 LA COARTICULATION CHEZ LES ADULTES BÈGUES**

##### **3.1.1 Etude des disfluences**

Howell & Vause (1986) puis Harrington (1987) ont voulu tester les hypothèses de Van Riper (1971, 1982) et Wingate (1969, 1977, 1988) en comparant des syllabes disfluentes avec leur production immédiatement fluente.

Howell & Vause (1986) expliquent que l'auditeur a effectivement le sentiment d'entendre un schwa dans la syllabe disfluente, mais cette impression n'est pas confirmée par la réalité du signal acoustique. La courte durée et la faible amplitude de la voyelle cible, en syllabe disfluente, la feraient sonner comme un schwa. "The stuttered vowels are low in amplitude and short in duration...these experiments lead to the conclusion that low amplitude and short duration are



the factors that cause stuttered vowels to sound like schwa.”(Howell & Vause, 1986, p1571)<sup>5</sup>. Dans cette même étude, il est montré que les syllabes disfluentes, mais aussi les fluentes présentent des transitions formantiques très peu marquées entre la consonne initiale et la voyelle suivante. « It was found that 85% of spectrograms of the fluent speech were judged as lacking transitions between the initial consonant and medial vowel and 84,8% of the disfluent productions.” (Howell & Vause, 1986, p1572)<sup>6</sup>.

Harrington (1987) conduit des analyses spectrographiques chez 36 adultes bègues et électropalatographiques chez 2 de ces adultes bègues. Les contacts linguaux avec le palais observés par les données électropalatographiques et l’analyse des transitions formantiques ne permettent pas de révéler la présence d’un schwa dans les syllabes disfluentes. Cette étude permet de distinguer trois types de disfluences au sein de syllabes de type CV selon une classification acoustique :

- Celles dont les formants vont dans la même direction que ceux de la syllabe fluente. Simplement, la disfluence fait que la syllabe n’est pas prononcée dans son entier et les formants n’atteignent pas la valeur fréquentielle qu’ils auraient dû atteindre si la syllabe avait été fluente.
- Celles dont les formants sont relativement plats. Cela se produit lorsque la disfluence intervient relativement tôt après le relâchement de la consonne.
- Enfin, celles dont les formants, après le relâchement de la consonne, vont dans le sens opposé à celui attendu dans la syllabe-cible fluente. L’auteur suppose que cette mauvaise direction formantique puisse être due à la répétition de la consonne prévocalique qui implique alors un ajustement de la configuration linguale pour articuler de nouveau la consonne.

Ces études rejettent l’hypothèse de Van Riper sur la présence d’un schwa. Les études se sont ensuite attachées à essayer de déterminer les caractéristiques de la zone de fragilité ou *ligne de faille* (Wingate, 2001) en comparant les syllabes fluentes des personnes qui bégayaient à leurs syllabes disfluentes ou aux syllabes fluentes des personnes ne bégayant pas.

### **3.1.2 Dans la parole fluente**

Certaines études ont comparé la parole fluente des personnes qui bégayaient à la parole fluente de personnes fluentes. Ainsi, dans la parole fluente de 7 adultes bègues, Klich & May (1982)

---

<sup>5</sup> Les voyelles bégayées sont faibles en amplitude et courtes en durée. Ces expérimentations conduisent à la conclusion qu’une amplitude faible et une courte durée conduisent sont des facteurs qui font sonner la voyelle bégayée comme un schwa.

<sup>6</sup> Il a été trouvé que 85% des spectrogrammes de parole fluente ont été jugés comme manquant de transition entre la consonne initiale et la voyelle ; et 84,8% des productions disfluentes.

étudient les transitions formantiques sur des séquences /CV/ et /hVt/ prononcées en situations de lecture de textes dans deux conditions : normale, et dans des conditions facilitant la fluence (bruit, chuchotement). La consonne peut être une plosive ou une fricative et la voyelle est /i/, /æ/, /u/. Ils mesurent la durée des voyelles, la fréquence de F1 et de F2 et le taux de transition formantique ( $\Delta F2 / \Delta t$ ). La valeur formantique de F1 et F2 est définie en la prenant au milieu de la partie stable de la voyelle. Les résultats montrent que les valeurs formantiques sont plus centralisées chez les personnes bègues que chez les personnes fluentes, et sont interprétés comme relevant de mouvements articulatoires restreints. Robb & Blomgren (1997) mesurent la coarticulation linguale à travers des mesures de transitions formantiques F2, en tâche de lecture. 5 adultes bègues et 5 adultes fluents lisent des phrases porteuses dans lesquelles sont incluses des syllabes /CVt/ où C = /p, b, s, z/ et V = /a, i, u/. La pente de transition de F2 (interpolant  $F2_{Cons}$  et  $F2_{Voy}$ ) est calculée en fonction de deux  $F2_{Voy}$  différents : l'un pris à 30 ms du début acoustique de la voyelle, l'autre à 60 ms. Concernant les plosives, les adultes qui bégaièrent ont des pentes de transitions plus grandes que celles des adultes fluents, ce qui est un résultat opposé à Klich & May (1982). Pour les fricatives, le comportement inverse est trouvé mais les auteurs pensent que c'est essentiellement parce que cette catégorie de consonnes ne paraît pas idéale pour l'étude des transitions formantiques en raison de leur début difficile à identifier. Les conclusions de Robb & Blomgren (1997) s'orientent vers des mouvements linguaux plus larges et plus rapides chez les personnes qui bégaièrent, pour effectuer le passage de la position de fermeture à celle d'ouverture à l'intérieur de la cavité buccale. En termes de degré de coarticulation, ces transitions plus grandes signifient que, pour les adultes bègues anglophones, la voyelle a moins d'influence sur la voyelle que la consonne qui la précède que pour les fluents.

D'autres auteurs ont étudié l'accent tonique dans le bégaiement étant donné que les syllabes toniques sont moins soumises au phénomène de coarticulation que les syllabes atones (De Jong et al., 1993 ; De Jong, 1995 pour l'anglais, Zmarich et al., 2007 pour l'italien). Zmarich & Marchiori (2004) ont analysé la coarticulation en fonction de facteurs prosodiques, chez des adultes bègues italophones. Chez 8 adultes italiens (4 qui bégaièrent et 4 fluents), les auteurs étudient des syllabes /CV/ (où C = /d/ et V = /a ; i/) incluses dans des phrases porteuses à lire en réponse à des questions que le sujet entend par l'intermédiaire d'un casque. Les questions sont posées de telle manière que les réponses permettent d'avoir une variation de l'accent des syllabes cibles. Les résultats au niveau de l'Equation du Locus ne montrent pas de différence significative entre les adultes qui bégaièrent et leurs homologues fluents. Toutefois, les auteurs remarquent que, malgré l'absence de différence significative, la moyenne des pentes  $k$  de coarticulation des adultes qui bégaièrent est plus élevée que celle des fluents sur les syllabes atones, et plus basse sur les

syllabes toniques. Le tableau ci-après présente les valeurs de  $k$  et  $c$  obtenues par les sujets bègues et fluents de l'étude de Zmarich & Marchiori (2004).

SILLABE ATONE IN FOCUS AMPIO			
SOGGETTI	STATUS	<i>SLOPE</i>	INTERCETTA
A	B	0.913	130.443
C	B	0.790	452.739
D	B	0.741	487.361
P	B	0.907	115.249
H	N	0.715	437.259
N	N	0.830	314.209
V	N	0.713	562.388
Z	N	0.827	268.000

SILLABE TONICHE IN FOCUS RISTRETTO			
SOGGETTI	STATUS	<i>SLOPE</i>	INTERCETTA
A	B	0.303	-540.583
C	B	0.333	-812.207
D	B	0.334	-586.552
P	B	0.388	-562.622
H	N	0.460	-778.987
N	N	0.433	-803.402
V	N	0.416	-783.238
Z	N	0.322	-492.790

Tableau 8 : Valeurs des pentes  $k$  et de  $b$  de l'Equation du Locus, dans les syllabes atones (au-dessus) et toniques (au-dessous) prononcées par les sujets bègues et fluents de l'étude de Zmarich & Marchiori (2004).

Etant donné que l'apparition des disfluences est largement influencée par la position initiale de la syllabe, Pesciotta et al. (2010) conduisent les mêmes analyses que Zmarich & Marchiori (2004) mais, contrairement à l'étude précédente, uniquement sur les syllabes initiales. Ainsi, les auteurs étudient le degré de coarticulation  $k$  chez des adultes bègues italiens, dans des syllabes considérées comme étant critiques pour le bégaiement. Dans ces conditions, les résultats sont les suivants : sur les syllabes initiales atones, aucune différence entre les adultes bègues et fluents n'apparaît ; en revanche, sur les syllabes initiales toniques, les adultes qui bégaièrent ont un degré de coarticulation  $k$  significativement plus important que celui des adultes fluents. Le tableau ci-après présente les valeurs de  $k$  et de  $b$  pour les Equations du Locus faites dans cette étude.

SILLABE NON ACCENTATE NON IN FOCUS			
SOGGETTI	STATUS	SLOPE(K)	INTERCETTA(c)
A	B	0.920	119.114
C	B	0.633	828.643
D	B	0.669	570.844
P	B	0.740	450.469
H	N	0.415	997.683
N	N	0.648	657.174
V	N	0.639	740.755
Z	N	0.671	541.113

SILLABE ACCENTATE SOTTO FOCUS CONTRASTIVO			
SOGGETTI	STATUS	SLOPE(k)	INTERCETTA(c)
A	B	0.528	901.229
C	B	0.539	1197.318
D	B	0.536	864.777
P	B	0.597	638.639
H	N	0.472	889.255
N	N	0.432	1140.963
V	N	0.462	1066.843
Z	N	0.518	850.577

Tableau 9 : Valeurs des pentes k et de b de l'Equation du Locus, dans les syllabes initiales atones (au-dessus) et toniques (au-dessous) prononcées par les sujets bégues et fluents de l'étude de Pisciotto et al. (2010).

Les résultats sont interprétables de deux manières. Ou bien ils sont le reflet d'une caractéristique propre au bégaiement ou bien l'expression d'une stratégie de compensation de la part des locuteurs pour rendre leur parole fluide. Les auteurs poursuivent leurs analyses en comparant les syllabes fluentes et disfluentes d'un seul sujet bégue de l'étude. Leur raisonnement est de dire que si les deux types de syllabes laissent apparaître des degrés similaires de coarticulation, alors, la forte coarticulation obtenue chez les sujets bégues en parole fluente serait le signe d'une caractéristique propre au bégaiement. Si au contraire, les degrés de coarticulation des deux types de syllabes diffèrent, alors la forte coarticulation des locuteurs bégues sur les syllabes toniques en parole fluente, serait plutôt le reflet d'une stratégie de compensation de leur trouble. Ils ne trouvent pas de différence entre la pente  $k$  des syllabes disfluentes et celui des syllabes fluentes (pour les syllabes disfluentes,  $k=0,541$  ; pour les syllabes fluentes,  $k = 0,568$ ). Cependant, ils trouvent des valeurs de  $F2_{Cons}$  plus basses dans les syllabes disfluentes ( $F2_{Cons} = 2752$  Hz) que fluentes ( $F2_{Cons}=2909$  Hz), pour la syllabe /di/. Avec toutes les précautions nécessaires, les auteurs avancent alors que les syllabes répétées sont moins coarticulées que les syllabes fluentes, et que les mouvements linguaux doivent être plus rapides pour le passage de C à V dans les syllabes disfluentes. Ils supposent alors que le fort degré de coarticulation précédemment observé sur les syllabes toniques fluentes, reflètent plutôt une stratégie de compensation du bégaiement.

Cette notion de stratégie compensatoire est reprise par Hirsch (2007) qui étudie l'impact de l'augmentation du débit sur la parole des locuteurs bégues. 5 locuteurs bégues sont comparés à 5 locuteurs anciens bégues et à 5 locuteurs contrôles. A partir d'un corpus de 10 phrases répétées à deux vitesses d'élocution (normale et rapide), l'auteur examine des syllabes /CVp/, où C=/p, t, k/ et V= /i, a, u/. L'étude de l'espace vocalique révèle que les locuteurs qui béguaient encore se distinguent des deux autres groupes. L'aire de leur triangle vocalique est restreinte déjà à vitesse d'élocution normale, par rapport à celui des deux autres groupes (qui ne diffèrent pas entre eux). A vitesse d'élocution rapide, les deux groupes (contrôles et anciens bégues) montrent une adaptation de leurs mouvements articulatoires se manifestant par un phénomène d' « undershoot » ou de non-atteinte des cibles articulatoires. Ainsi, à vitesse d'élocution rapide, le système moteur de production de la parole s'adapte en réduisant l'amplitude des gestes articulatoires, donc en allant vers un fonctionnement plus économe pour pouvoir répondre aux exigences imposées par la vitesse d'élocution plus élevée. Les locuteurs bégues utilisent un espace vocalique réduit déjà en vitesse d'élocution normale, et leur système moteur de parole ne s'adapte pas aux exigences de vitesse car à vitesse d'élocution rapide, le phénomène d'ajustement des mouvements labiaux et linguaux n'a pas lieu. L'auteur avance plusieurs explications possibles à ce phénomène de non-adaptation du système moteur de parole des adultes bégues du corpus.

- La première renvoie à la stratégie de compensation. Les personnes qui béguaient pourraient utiliser cette stratégie pour contrôler leur fluence et anticiper les disfluences. Des mouvements moins amples des articulateurs seraient plus faciles à contrôler. Le locuteur bègue se serait créé inconsciemment des stratégies articulatoires qu'il aurait intégrées dans son système moteur de parole. En ce sens, cette seconde hypothèse rejoint celle donnée par Pisciotto et al. (2010).
- Une autre explication se base sur les études de van Lieshout (2004), suppose que les locuteurs bégues présenteraient une lacune dans leurs habiletés motrices, avec spécifiquement des carences en termes de flexibilité du système.

Sussman et al. (2011), dans une étude plus récente, ne trouvent pas de différence entre les moyennes de 5 adultes bégues et la norme des fluents (fournie par les études de Lindblom et al., 2007 et d'Agwuele et al., 2008), dans une tâche de lecture de textes riches en mots commençant pas /CV/ (C= /b, d, g/ et V représente un large panel de voyelles). La coarticulation CV mesurée par l'Equation du Locus (Lindblom, 1963), est calculée dans les syllabes disfluentes et fluentes des personnes qui béguaient puis confrontée à la norme des fluents. Il en ressort que la programmation de la coarticulation anticipatoire est la même dans les syllabes fluentes et

disfluentes des adultes bègues et que les valeurs coarticulatoires de ces sujets bègues sont dans la zone délimitée par la norme des fluents, pour chaque catégorie de consonne (cf figure 9)

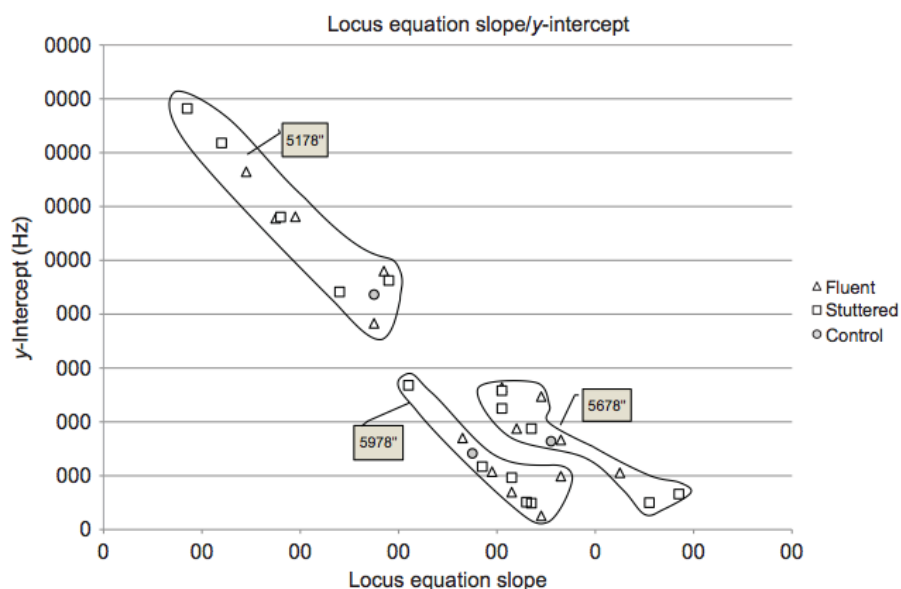


Figure 9 : Pente  $k$  et intercept pour les locuteurs bègues anglophones de l'étude de Sussman et al. (2011).

Le tableau ci-après, tiré de l'étude, donne les valeurs de  $k$  et  $b$  obtenues par les sujets bègues dans les syllabes fluentes et disfluentes ; ainsi que la moyenne des fluents (prise dans Lindblom et al., 2007 et Agwuele et al., 2008).

PWS	Fluent			Stuttered		
	[bV]	[dV]	[gV]	[bV]	[dV]	[gV]
1	0.79/215	0.35/1156	0.81/528	0.86/102	0.36/1161	0.81/450
2	0.83/139	0.55/766	0.84/375	0.77/234	0.48/883	1.17/132
3	0.93/198	0.29/1329	1.05/211	0.83/193	0.24/1436	0.81/516
4	0.89/51	0.57/960	0.93/333	0.87/98	0.58/925	0.87/375
5	0.73/340	0.39/1162	0.89/494	0.62/536	0.17/1564	1.11/100
Mean	0.83/187	0.44/1075	0.90/388	0.79/233	0.37/1194	0.95/315
Controls	0.75/ 283	0.55/873	0.91/328			

Tableau 10 : Coefficients d'Equation du Locus ( $k/b$ ), pour 5 adultes bègues de l'étude de Sussman et al. (2011), et la moyenne des coefficients ( $k/b$ ) pour les locuteurs contrôles.

Une estimation des écarts types (SEE : Standard Error of Estimate) montre cependant que les adultes bègues ont une variabilité de leurs données importante, à la fois pour leurs productions disfluentes et fluentes. Enfin, de manière intéressante, ils remarquent que la sévérité du

bégaïement semble influencer la coarticulation anticipatoire. Les résultats des adultes bégues les plus sévères sont à la fois ceux qui sont le plus éloigné de la norme de fluents surtout pour /dV/ (tout en restant dans la norme), et ceux dont la variabilité est la plus importante. Malgré la variabilité observée dans les résultats des personnes qui bégaient et malgré l'influence probable de la sévérité du bégaiement, les auteurs considèrent que la coarticulation anticipatoire est finalement relativement efficiente chez les personnes qui bégaient puisque les adultes bégues de leur corpus ont des degrés de coarticulation assez similaires à ceux des adultes fluents.

Le tableau 11 ci-après donne les valeurs moyennes de *k* et de *b* chez les sujets bégues des trois études présentées ci-dessus (Zmarich & Marchiori, 2004 ; Pisciotto et al., 2010 ; Sussman et al., 2011).

		Pente de coarticulation (Equation du Locus) <i>k</i>	Valeur de <i>c</i> (y- intersection) (en Hz)
bilabiale	Anglais américain (Sussman et al. 2011)	0,83	187
alvéolaire	Anglais américain (Sussman et al. 2011) Zmarich & Marchiori (2004) : syllabes toniques/atones Pisciotta et al. (2010)	0,44 0,339/0,837 0,55/0,740	1075 625,491/269,44 900,49/492,26
vélaire	Anglais américain (Sussman et al. 2011)	0,90	388

**Tableau 11 : Valeurs moyennes de *k* et *b* obtenues chez les sujets qui bégaient dans les études de Sussman et al. (2011) ; Zmarich & Marchiori (2004) ; Pisciotto et al. (2010).**

En résumé, tous les cas de figure sont présents : aucune différence entre les personnes qui bégaient et les fluents (Sussman et al. 2011), une coarticulation inférieure chez les personnes qui bégaient (Robb & Blomgren, 1997 ; Zmarich & Marchiori, 2004) et enfin, le contraire, une coarticulation plus grande chez les adultes qui bégaient (Pisciotta et al., 2010). Une faible coarticulation sous-tendrait un fonctionnement articulaire non-économe, alors qu'une forte coarticulation sous-tendrait un fonctionnement articulaire économe. L'interprétation de ces données pour expliquer le fonctionnement de la parole bégue reste toutefois difficile. En effet, ces différences de degré de coarticulation observées entre les personnes qui bégaient et les personnes fluentes sont-elles des manifestations directes du bégaiement ou bien des manifestations d'une compensation du bégaiement ? La confrontation à la clinique peut peut-être apporter un début de réponse. Concernant le fonctionnement économe, sous-tendu par un fort degré de coarticulation, il est probable que l'hypothèse des stratégies de compensation décrites par certains auteurs soit avérée puisque les techniques de fluence, dont la *parole prolongée*

(technique la plus répandue actuellement et mise en œuvre par exemple dans le Camperdown Programm (O'Brian et al., 2003) visent entre autres à ralentir le flux de la parole par un allongement de la durée des voyelles, mais également à adopter une sorte d'hypoarticulation des consonnes grâce à ce que les cliniciens nomment « *les contacts doux* ». La *parole prolongée* entraîne le patient à adopter un équilibre subtile entre une articulation ralentie, la plus économe possible afin d'éviter les tensions musculaires et la nécessité d'être efficace sur le plan perceptif pour l'interlocuteur.

Par ailleurs, toujours concernant l'interprétation des données, il nous paraît important de souligner que même si dans les protocoles les chercheurs demandent aux patients de ne pas utiliser ce genre de techniques, la garantie de leur non-utilisation est difficile à obtenir. En effet, lorsque les personnes acquièrent ces techniques, elles les utilisent quotidiennement et finissent par les intégrer à leur manière de parler. Beaucoup de patients finissent même par dire qu'il leur est difficile de ne pas les utiliser. L'intégration des techniques est parfois telle qu'elles sont automatisées. Ne pas les utiliser demande alors un effort conscient. Ainsi, chez l'adulte qui bégaye, la parole observée n'est pas dénuée de stratégies.

Pour finir, pour vérifier si les différences de degré de coarticulation entre les personnes bègues et fluentes reflètent des stratégies de compensation, il peut être utile de s'intéresser à la coarticulation des enfants bègues, surtout à celle des plus jeunes, de manière à voir si cette différence de degré de coarticulation est présente dès le début du trouble ou si elle n'apparaît que plus tard. Dans ce dernier cas, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'une différence de degré de coarticulation entre personnes bègues et fluentes reflète alors des stratégies de compensation.

### **3.2 LA COARTICULATION CHEZ LES ENFANTS BÈGUES**

Dans le développement normal, les études sur la coarticulation anticipatoire montrent que les patterns coarticulatoires des enfants ne sont pas les mêmes que ceux des adultes (Sussman et al., 1992 ; Sussman et al., 1996). Plus les enfants sont jeunes (3 ans), moins les contrastes coarticulatoires sont marqués (différenciation des lieux d'articulation) et plus la variabilité évaluée par les SEE (Standard Error of Estimate) est grande. Puis vers 5 ans, le comportement coarticulatoire devient plus linéaire et tend à se rapprocher de celui de l'adulte. Les observations faites au niveau de la coarticulation chez les adultes ne peuvent se généraliser au niveau des enfants bègues. C'est à partir d'études réalisées auprès d'enfants qui bégayaient qu'il est éventuellement possible de déduire si les observations faites chez les adultes sont le reflet d'un effet compensatoire, consécutif, construit avec le développement du trouble ; ou s'il s'agit de caractéristiques inhérentes au bégaiement présentes dès le début du trouble.



Chez les enfants, il paraît important de faire des études en séparant ceux dont le bégaiement va se chroniciser de ceux dont le bégaiement va disparaître. Hélas, la distinction n'est encore aujourd'hui pas évidente à faire. Pour les études, deux méthodes sont possibles : se fier à des outils comme le SPI (Stuttering Prediction Instrument, Riley, 1984), ou réaliser une étude longitudinale. Le principal problème de ce dernier genre d'étude, comme le soulignent très justement Yaruss & Conture (1993), est l'impossibilité de laisser des enfants sans prise en charge uniquement pour voir s'ils vont ou non chroniciser leur bégaiement. Ceci-dit, si plusieurs années après le test, et malgré une prise en charge, un enfant continue de bégayer, il est très probable que le bégaiement se soit chronicisé. Cette seconde méthode, plus coûteuse en temps et plus complexe à mettre en œuvre en raison de la perte d'une partie de la cohorte, reste sans doute plus fiable que la première.

Pour les cliniciens, le pronostic de chronicisation du trouble est important, mais reste difficile. Plusieurs facteurs ont été étudiés pour établir leur pouvoir de prédiction de cette chronicisation parmi lesquels : les caractéristiques des disfluences (Yairi & Ambrose, 1999), les capacités langagières et plus spécifiquement les capacités phonologiques (Paden & Yairi, 1996 ; Yairi et al., 1996 ; Paden et al., 2002). Les fréquences du F2 pourraient aussi être un éventuel facteur permettant de prédire la chronicisation du trouble. Stromsta (1965) et Yaruss & Conture (1993) utilisent respectivement la méthode longitudinale et l'outil de prédiction (SPI, Riley, 1984). Leurs résultats sont divergents quant à la possibilité de différencier, par les mesures de F2 en parole disfluente, les enfants rétablis des enfants dont le bégaiement s'est chronicisé. Stromsta (1965, 1986) étudie les transitions de F2 chez 63 enfants qui bégaiant. L'auteur trouve, d'une part, que les disfluences de certains enfants bègues sont caractérisées par des transitions formantiques « anormales », d'autre part, lorsque les analyses sont reprises 10 ans plus tard, que ce sont les enfants qui ont chronicisé leur bégaiement, qui présentaient dans leur parole, ces transitions formantiques anormales. « Stromsta's findings are potentially very important, for if they can be verified, a speech-language pathologist trying to determine whether a child is at risk for continuing to stutter [...]. However, Stromsta provided relatively little information about his subjects or about the exact nature of the "abnormal" formant transitions he observed » (Yaruss & Conture, 1993)<sup>7</sup>. Yaruss & Conture (1993) veulent poursuivre l'étude de Stromsta (1965, 1986), et étudient les différences de transitions formantiques F2 en parole fluente et disfluente, entre des enfants bègues considérés comme étant à « haut-risque » de chroniciser le trouble et des enfants

---

<sup>7</sup> Si elles peuvent être vérifiées, les découvertes de Stromsta sont potentiellement très importantes pour une orthophoniste essayant de déterminer si un enfant est à risque de continuer à bégayer. Cependant, Stromsta ne donne que peu d'information sur ses sujets ou sur la nature exacte des transitions formantiques « anormales » qu'il observe.

bègues considérés comme étant à « bas-risque », selon les prédictions du SPI (Riley, 1984). La moyenne d'âge des 13 enfants est de 4 ans. A partir d'une conversation spontanée d'une trentaine de minutes, les auteurs analysent les transitions F2 dans les syllabes répétées (uniquement dans les répétitions car Stromsta (1965, 1986) considère que c'est la disfluence-cœur du bégaiement), et dans les syllabes fluentes suivant immédiatement les syllabes répétées. Au niveau de la transition de F2, quatre mesures sont prises : les valeurs fréquentielles  $F2_{Cons}$  et  $F2_{Voy}$ , la durée de la transition  $\Delta t$ , l'étendue en Hz,  $\Delta F2$ , le taux de transition formantique  $\Delta F2/\Delta t$  (Hz/ms). Ils observent trois types de transitions F2 :

- les non-mesurables et manquantes. « The F2 transition during stuttered portions of some SSRs (Simple Sequence Repeat) could not be identified through visual examination of the spectrogram. Such transitions were categorized as "nonmeasurable or missing" » (Yaruss & Conture)<sup>8</sup>
- Les mesurables mais « déviantes ». « The inflection of the stuttered F2 transitions for some SSRs differed markedly from that of their fluent counterparts (e.g., the fluent transition proceeded from a low to high frequency whereas the stuttered transitions moved from a high to a low frequency). Such stuttered F2 transitions were categorized as "measurable but discrepant" »<sup>9</sup>
- Les mesurables et « non déviantes ».

Les comparaisons inter-groupes révèlent qu'il n'y a pas de différence entre les deux groupes (à bas risque et à haut risque de chroniciser le bégaiement) pour les mesures prises. Selon les auteurs, la possibilité de pronostiquer la chronicisation du bégaiement grâce aux mesures acoustiques n'est pas une méthode fiable. En revanche, les comparaisons intra-groupes montrent que la durée des transitions formantiques F2 peut être un indice. En effet, la durée des syllabes bégayées dans le groupe à « haut-risque » est plus longue que celle des syllabes fluentes. C'est l'inverse dans le groupe à « bas-risque ». Ainsi, pour les auteurs, les prolongations de sons pourraient être des facteurs prédictifs de la chronicisation du bégaiement. La durée des transitions formantiques chez les enfants qui bégaiement pourraient alors être une « alarme audible » d'une possible installation du trouble.

---

<sup>8</sup> Les transitions F2 durant les portions bégayées de certaines SSR ne peuvent être identifiées par un examen visuel du spectrogramme. De telles transitions sont catégorisées « non-mesurables ou manquantes »

<sup>9</sup> L'inflexion des transitions de F2 bégayées pour certains SSR diffère nettement de celle de leurs homologues fluents (par exemple, les transitions fluentes vont de fréquences basses à hautes ; alors que les transitions bégayées vont de fréquences hautes à basses. Ces transitions de F2 bégayées ont été classées comme « mesurables mais déviantes ».

Subramanian et al. (2003) s'intéressent également à la transition F2 comme facteur permettant d'alerter la chronicisation d'enfants bégues (de 3 à 4 ans). Dans cette étude longitudinale, 10 enfants dont le bégaiement s'est chronicisé, 10 enfants dont le bégaiement a spontanément disparu, et 10 enfants fluents ont été enregistrés sur une tâche de répétition de phrases. Les analyses ont été conduites sur la parole perceptivement fluente. L'étendue  $\Delta F2$  en Hz et la durée  $\Delta t$  en ms ont été mesurées dans des syllabes-cibles CV (inclues dans des mots des phrases à répéter) où C = /p, b, t, d, k, g/ dans différents contextes vocaliques (V). Contrairement aux résultats de Yaruss et Conture (1993), la durée des transitions F2 n'apparaît pas comme étant un facteur permettant de différencier les groupes. En revanche, les  $\Delta F2$  sont significativement plus petits chez les enfants dont le bégaiement s'est installé. Ainsi, les données acoustiques de la parole fluente pourraient servir à pronostiquer l'ancrage du bégaiement sous forme de chronicisation. Ces résultats se rapprochent de ceux de Stromsta (1965, 1986) qui trouvent des indices de chronicisation dans la parole disfluente. La conclusion retient que c'est la dimension spatiale indiquée par la transition du F2 qui permet de différencier les deux sous-groupes d'enfants bégues. Les enfants qui persistent dans le trouble ont donc tendance à avoir des transitions F2 moins amples, ce qui peut être interprété comme une atteinte moins précise des cibles. Finalement, les auteurs de l'étude se demandent si ce comportement n'est pas le fruit de stratégies de compensation mises en place. Cette hypothèse signifierait que les stratégies de compensation seraient alors mises en place très tôt, dès le début du trouble. Les interprétations des patterns coarticulatoires des personnes qui bégaiant restent donc ouvertes : une faible coarticulation est-elle le signe d'une compensation ou une caractéristique inhérente au trouble présente chez les enfants à « haut-risque » de chronicisation ?

Chang et al. (2002) ne départagent pas les 14 enfants bégues qu'ils étudient (entre 3 et 5 ans) du point de vue de leur probable persistance dans le bégaiement. Ils comparent le groupe entier à leurs homologues fluents et analysent les items /CV/ perceptivement fluents, (où C peut être une bilabiale (b, m) ou une alvéolaire (d, n, s, z), sur une tâche de dénomination. Les mesures d'Equation du Locus, que ce soit les valeurs de  $k$  ou de  $b$  (pente et intersection avec l'axe des ordonnées), sont similaires dans les deux groupes. Les auteurs pensent alors que les différences acoustiques trouvées dans certaines études sur les adultes bégues peuvent être considérés comme des effets à long terme de bégaiement. Ils ont également mesuré les taux de transitions formantiques  $\Delta F2/\Delta t$  (Hz/ms) et s'aperçoivent que la différence de  $\Delta F2/\Delta t$  (Hz/ms) entre les deux lieux d'articulation (bilabial et alvéolaire) est plus grande chez les fluents que chez les enfants qui bégaiant, surtout chez les plus petits (3-4 ans). Ainsi, les plus jeunes des enfants qui bégaiant auraient un contrôle moins efficient de la rapidité du mouvement de leurs articulateurs.

Selon les auteurs, la régulation spatio-temporelle de la parole serait donc lacunaire chez ces enfants, soit au niveau de l'exécution motrice elle-même ; soit dans les étapes en amont de l'exécution motrice. Contrairement à Subramanian et al. (2003), les auteurs soulignent que les processus défaillants dans le bégaiement de l'enfant sont plutôt d'ordre temporel. Les enfants qui bégaiement seraient plus lents que les fluents lors des mouvements des articulateurs.

En revanche, il est intéressant de noter que ces deux études soulignent l'importante variabilité obtenue dans les résultats des enfants qui bégaiement. L'une ne fait que l'évoquer (Subramanian et al., 2003) mais insiste sur la nécessité de l'évaluer pour les futures recherches ; l'autre (Chang et al., 2002) la calcule en utilisant la *Standard Error of Estimate (SEE)*. Une ANOVA réalisée sur cette mesure montre une interaction entre l'âge et le groupe. La variabilité diminue avec l'âge chez les fluents alors qu'elle augmente chez les enfants qui bégaiement.

Ainsi, les patterns coarticulatoires apparaissent tout autant disparates chez l'enfant qui bégaiement que chez l'adulte. Des différences sont trouvées entre les enfants qui bégaiement et les enfants fluents (Chang et al., 2002 ; Subramanian et al., 2003), mais pas au niveau de toutes les mesures. Et les résultats sont parfois contradictoires. La possible inférence de la chronicisation du trouble à partir des mesures acoustiques du F2 est trouvée par certaines études (Stromsta, 1965, 1986 ; Subramanian et al., 2003), mais contredite par d'autres (Yaruss & Conture, 1993). Finalement, il reste difficile, à partir des résultats sur l'enfant, d'interpréter ceux de l'adulte.

Les tableaux 12 et 13 présentent les résumés des différentes études citées chez l'adulte et l'enfant.

Etudes	Type de parole étudiée	Sujets	Tâches	Items analysés	Mesures	Principaux résultats	Variabilité inter-intra sujets	interprétations
Howell & Vause, 1986	Disfluente/fluente	8 adultes PQB	Production de mots monosyll	Voyelles incluses dans CVC	Analyse des transitions sur spectrogrammes	-Portions fluides et disfluides, dans 80% des cas, révèlent un « manque de transitions » -plus faible amplitude en Hz et plus courte durée des voyelles bégayées.	Non mentionnée	Pas de schwa dans les syllabes disfluides, mais pb de transitions entre deux sons
Harrington, 1987	Disfluente/fluente	36 adultes PQB	Lecture de 200 monosyllabes	CV V= /i, u, ə/	Techniques acoustiques et électropalatographiques	3 types de transitions formantiques observés dans les disfluences : bonne direction plates mauvaise direction	Non mentionnée	En faveur de l'hypothèse de Wingate (1969, 1977, 1988) et non en faveur de celle de Van Riper (1982)
Robb & Blomgren, 1997	Fluente	5adultes PQB 5 adultes Fluents	Lecture de phrases porteuses	/CVt/ C= /p, b, s, z/ V= /a, i, u/	Pentes de transitions de F2	Pente transitions F2 des bégues > à celles des Fluents	Non mentionnée	Moins de coarticulation Mouvements plus rapides du corps de la langue chez les bégues
Zmarich & Marchiori, 2004	Fluente	4 adultes PQB italiens 4 adultes fluents italiens	Lectures de phrases variant en intonation	/dV/ où V= /a, i/ Syllabes toniques Vs atones toute position	F2consonne F2voyelle Transitions F2 Equation Locus	-Transitions F2 plus petites chez PQB sur les syllabes toniques -Pas de différence pour l'EL <sub>1</sub> entre PQB et Fluents Auteurs soulignent une tendance, chez PQB à moins coarticuler que les Fluents sur les syllabes toniques	Non mentionnée	Plus d'effort articulatoire dans la parole des PQB
Hirsch, 2007	Fluente	8 adultes PQB	Répétitions de phrases	/CVt/ C= /p, t, k/ V= /i, a, u/	Triangles vocaliques pour débit normal et rapide	Réduction de l'aire du triangle vocalique à vitesse normale et rapide chez les PQB	Plus de variabilité chez les PQB	Manque d'adaptation et de flexibilité du système moteur de la parole des PQB Stratégies pour mieux contrôler les mouvements articulatoires
Pisciotta et al. 2010	Fluente	Reprise de l'étude de Zmarich & Marchiori, 2004, mêmes adultes	Idem que Zmarich & Marchiori, 2004	/dV/ V= /a ; i/ Uniquement dans syllabes en position initiale	Equation du Locus	PQB Coarticulent plus que les fluents	Non mentionnée	Interprétation difficile donc poursuite de l'étude pour savoir si ce résultat est : une caractéristique propre au bégaiement ou une stratégie de compensation
	Disfluente	1 adulte PQB	Idem que Zmarich & Marchiori, 2004	/dV/ V= /a ; i/ Comparaison de syllabes disfluides et syllabes fluides	Equation du Locus	Dans les syllabes disfluente : faible coarticulation des PQB Dans syllabes fluides : fortes coarticulation des PQB	Non mentionnée	interprétation de la forte coarticulation des PQB en parole fluente comme une stratégie de compensation du bégaiement
Sussman et al. 2011	Fluente/disfluente	5 adultes PQB comparés à la norme des contrôle (prise dans d'autres études)	Lecture de textes comprenant beaucoup de mot commençant par CV	où C=/b, d, g/ Avec différentes voyelles	Equation du Locus	-Pas de différence entre les PQB et les fluents -influence de la sévérité du bégaiement : les plus sévères sont ceux qui sont le plus éloignés de la norme des fluents -SEE plus large chez les PQB	Grande variabilité des résultats des bégues	Pas de déficit au niveau de la planification/exécution motrice de la coarticulation anticipatoire chez les PQB Les PQB sévères sont peut-être plus dans de l'hyper-articulation

Tableau 12 : Résumés des principales études traitant de la coarticulation chez les ADULTES qui bégaiant. PQB= Personnes Qui Bégaiant

Etudes	Type de parole étudiée	Sujets	Tâches	Items analysés	Mesures	Principaux résultats	Variabilité inter-intra sujets	interprétations
Stromsta (1965)	Disfluente	63 EQB	Parole spontanée (?)	Les disfluences produites par les enfants	Analyse spectrographique des disfluences	Certains enfants : transitions normales / d'autres : transitions anormales	Non mentionnée	Etude longitudinale : attente des résultats publiés en 1986
Stromsta (1986)	Disfluente	Mêmes EQB que dans Stromsta (1965)			Confrontation des données de 1965 avec la prise en compte de la chronicisation du bégaiement	Les enfants dont le bégaiement a disparu sont ceux dont les transitions étaient « normales » Les enfants dont le bégaiement s'est chronicisé sont ceux dont les transitions étaient « anormales »	Non mentionnée	Les transitions formantiques sont des facteurs qui peuvent aider à pronostiquer la chronicisation du bégaiement
Yaruss & Conture (1993)	disfluente	13 EQB divisés en 2 groupes : « haut risque de chronicisation » et « bas-risque de chronicisation »	½ heure de conversation	Etude des disfluences (les répétitions)	Transitions formantiques de F2	- Présence de transitions aberrantes - mais en même proportion dans les 2 groupes d'EQB	Grande variabilité à la fois inter et intra-sujets	Les transitions formantiques ne seraient pas un facteur permettant de pronostiquer la chronicisation du bégaiement.
Chang et al. (2002)	Fluente	14 EQB 14 Enfants Fluents	Tâche de dénomination	/CV/ où C= /b, m, d, n, s, z/	-Equation du locus - $\Delta F2/\Delta t$	-pas de différence de k entre les 2 groupes -différence entre $\Delta F2/\Delta t$ des bilabiales et des alvéolaires plus grande chez les fluents que chez les EQB	SEE plus importante chez les jeunes EQB	Au niveau de k : pas de différence entre EQB et fluents donc auteurs pensent que les différences observées entre AQB et fluents = effet à long terme du bégaiement. Par ailleurs, les EQB semblent quand même avoir des difficultés de régulation spatio-temporelle de la parole
Subramanian et al. (2003)	fluente	10 EQB persistents 10 EQB dont le bégaiement a disparu 10 enfants fluents	Répétition de 5 phrases contenant des mots commençant par CV	/CV/ C=/p,b, t, d, k, g/ Différents contextes vocaliques	Transitions de F2 $\Delta F2$ $\Delta t$	$\Delta F2$ des EQB persistents < au $\Delta F2$ des E qui ne bégaièrent plus	Soulignent le besoin de plus de recherche en raison de et sur la variabilité inhérente au bégaiement	-Les $\Delta F2$ dans les CV fluents seraient des marqueurs de la chronicisation du bégaiement et pourraient constituer une aide dans le diagnostic/pronostic. -pb de programmation et de contrôle moteur de la parole présents dans le bégaiement dès le début du trouble. - EQB persistents adopteraient une stratégie compensatoire

Tableau 13 : Résumés des principales études traitant de la coarticulation chez les Enfants qui bégaièrent. EQB= Enfants Qui Bégaièrent. SEE (Standard Error of Estimate) . FTR (Formant Transition Rate)

## **4 Le système moteur de la parole bègue**

L'étude de la coarticulation est une fenêtre ouverte sur les aspects de contrôle et de planification moteurs de la parole. Ces aspects ont été abordés dans les parties ci-dessus essentiellement à travers les interprétations que les chercheurs faisaient de leurs résultats. Nous les développons dans les paragraphes suivants.

### **4.1 LES CAPACITÉS MOTRICES DE LA PAROLE BÈGUE**

Dans le modèle de Levelt (1989), un consensus existe sur l'existence de 3 niveaux généraux :

- la conceptualisation
- La formulation
- L'articulation

Au moment de l'articulation, trois étapes sont encore distinguées (résumées dans Peters et al., 2000)

- *l'assemblage du plan moteur* : cette étape regroupe les processus d'encodage phonologique et celui de la planification motrice ou encodage phonétique
- *Etape de la préparation de la commande motrice* : le plan moteur généré au niveau de l'étape précédente est transformé en patterns d'activations musculaires dans le but de mettre en route les articulateurs. Ce plan moteur est un programme qui paramètre l'exécution articulatoire en fonction des informations sensorielles afférentes.
- *Etape de l'exécution des commandes musculaires* :

Le système effecteur moteur de la parole est activé ce qui permet, par les contractions musculaires, les mouvements respiratoires, phonatoires et articulatoires.

Pour tester ces différentes étapes, les études ont la plupart du temps recours aux prises de Temps de Réaction, qui ont leurs limites dans la mesure où ils recouvrent un ensemble de processus impossibles à dissocier. Les mesures de données physiologiques permettent quant à elles, de faire des hypothèses sur les stratégies de contrôle. Ainsi, van Lieshout (1995) et d'autres après lui, explorent le contrôle moteur de la parole bègue et les stratégies individuelles par diverses données cinématiques qui permettent notamment d'analyser le couplage entre les articulateurs et la variabilité de la coordination inter-gestuelle des articulateurs, les amplitudes, les durées, et les vitesses des mouvements des articulateurs. Ces mesures permettent de faire des hypothèses sur les *capacités motrices de parole*.

Les *capacités motrices* se définissent comme étant des habiletés acquises et développées par la pratique, nécessitant une importante organisation spatio-temporelle, efficace ou économe en énergie et en temps, et motivée par un but ou se réalisant dans un contexte précis. Van Lieshout et al. (2004) rajoutent à cette définition, lorsqu'elle s'applique à la parole, les notions fondamentales **d'adaptabilité et de variabilité**. **L'adaptabilité** renvoient à la capacité du système moteur de la parole à s'adapter aux changements imposés par les exigences de la tâche de parole (accélération du débit, perturbation des feedbacks sensoriels,...) ou par la situation de communication elle-même (émotions, stress, peurs...). **La variabilité**, à la fois inter et intra-sujets, est inhérente aux capacités motrices même normales (Alfonso & van Lieshout, 1997). Du fait de cette variabilité, les capacités motrices peuvent être vues comme un **continuum** allant d'une fluence parfaite à une fluence très accidentée (Peters et al., 2000).

Van Lieshout et al. (1996a) comparent 12 adultes bègues à 12 adultes fluents. Leur objectif est de vérifier si les personnes qui bégayaient ont des difficultés au niveau du plan moteur et/ou au niveau de la préparation de la commande motrice. Les participants réalisent 4 tâches : une tâche de dénomination de mots, une tâche d'apprentissage de combinaisons entre un mot et un symbole, une tâche de reconnaissance de combinaisons mot-symbole et enfin une tâche de dénomination de symboles. Les mots varient en fonction de deux paramètres : la taille (de 1 à 4 syllabes) et la consonne de début (labiale et alvéolaire). Pour tous les items prononcés, des mesures de temps de réaction sont prises. Uniquement pour les mots commençant par les consonnes labiales, deux mesures électromyographiques (iEMG, *integrated electromyography*) sont prises grâce à des électrodes placées sur les lèvres inférieure et supérieure :

- l'intervalle en durée entre le début iEMG de la lèvre inférieure et le début iEMG de la lèvre supérieure
- l'intervalle entre le début iEMG des lèvres (inférieure et supérieure) et la localisation temporelle du pic d'amplitude iEMG.

La figure ci-dessous donne un exemple des signaux sur lesquels ces mesures sont faites.



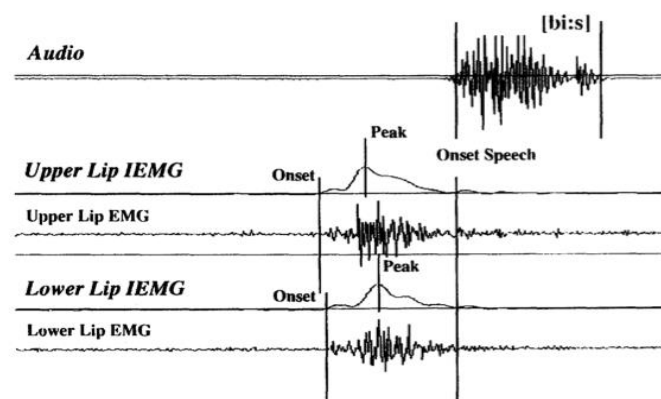


Figure 10 : Exemple de signaux acoustiques et iEMG pour une réponse, montrant (a) le début de la parole ; (b) la fin de la production de parole ; (c) le début iEMG de la lèvre supérieure ; (d) la localisation temporelle du pic d'amplitude iEMG de la lèvre supérieure ; (e) le début iEMG de la lèvre inférieure ; (f) la localisation temporelle du pic d'amplitude iEMG de la lèvre inférieure (tiré et traduit de Van Lieshout et al., 1996a, p 552).

Les analyses sont faites uniquement sur les énoncés fluents. Les principaux résultats indiquent que les adultes bègues et fluents ne se différencient pas au niveau des temps de réaction. En revanche, des différences apparaissent au niveau des mesures prises dans les pics d'amplitude iEMG. Les personnes qui bégayaient ont des latences de pic plus longues que les personnes fluentes. Selon les auteurs, ces résultats suggèrent que les personnes qui bégayaient bougent leurs articulateurs plus lentement. Ils supposent que cela peut être dû à un déficit au niveau de la commande motrice, ou à une stratégie de contrôle moteur visant à compenser un manque d'habileté motrice.

Plus récemment, Namasivayam & van Lieshout (2008), enregistrent 5 adultes bègues et 5 adultes fluents sur une tâche de répétition de non-mots : /bipa/ et /bapi/. Il est demandé aux participants de réaliser la tâche de répétition à deux vitesses d'élocution : sur un débit confortable, puis sur un débit rapide. Les participants réalisent la tâche de parole lors de trois sessions et les mouvements des articulateurs sont enregistrés grâce à l'EMMA. Les deux premières sessions (T1 et T2) sont faites le même jour. La troisième T3 est réalisée une semaine après. Les auteurs pensent que la différence entre les deux sessions T1 et T2, seulement espacées de 10 min, représente un effet de la pratique motrice de parole, alors que la différence entre T1 et T3 représente un effet de l'apprentissage moteur. « The differences between the first two sessions within a given day (T1 and T2) are assumed to reflect practice effects, and the differences between the first and third session across days (T1 and T3) are assumed to reflect more permanent changes due to motor learning » (Namasivayam & van Lieshout, 2008, p 37)<sup>10</sup>. Ils

<sup>10</sup> Les différences entre les deux premières sessions dans un même jour, reflètent les effets de la pratique, et les différences entre la première et la troisième session reflètent des changements plus durables en raison de l'apprentissage moteur.

prennent des mesures cinématiques des mouvements des lèvres. Les valeurs moyennes suivantes sont prises :

- amplitude (définie par le nombre de mm que parcourent les lèvres verticalement),
- de durée
- STI (Indice Spatio-Temporel qui indique la variabilité de la trajectoire des articulateurs lors d'un essai)

La coordination inter-gestuelle entre la langue et les lèvres est également mesurée. Les auteurs veulent vérifier si les effets de la pratique et de l'apprentissage moteurs sont les mêmes chez les adultes bégues que chez les fluents. Les résultats montrent qu'à vitesse d'élocution normale et rapide, les personnes qui béguaient ont, par rapport aux fluents, une plus grande amplitude des mouvements de la lèvre supérieure. De plus, les personnes qui béguaient, malgré l'entraînement, ont tendance à garder plus de variabilité (valeurs de STI plus élevées) et à moins augmenter la coordination inter-gestuelle que les locuteurs fluents, aux deux vitesses de parole. Les personnes qui béguaient bénéficient moins que les personnes fluentes des effets de la pratique et de l'apprentissage moteurs aux deux vitesses de parole. Les auteurs supposent que la plus grande amplitude des mouvements de la lèvre supérieure puisse refléter une stratégie pour maintenir une stabilité de la coordination des mouvements. Enfin, les valeurs de STI (indice Spatio-Temporel) suggèrent, selon les auteurs, que les personnes qui béguaient ont un contrôle moteur plus variable à la fois au niveau spatial et temporel. Namasivayam et al. (2008) poursuivent cette étude en ajoutant durant la tâche de répétition de non-mots (/bapi/ et /bipa/), l'insertion d'un bite-block. Des mesures cinématiques (amplitude et durée du mouvement des lèvres, amplitude du pic de vélocité (mm/s) et indice STI) sont prises. Les résultats montrent que, à débit normal, les personnes qui béguaient ont de plus grandes amplitudes de mouvements de la lèvre supérieure, de plus grands pics de vélocité, et de plus grandes durées des mouvements des lèvres par rapport aux locuteurs fluents. En revanche, l'effet de l'insertion du bite-block est le même au sein des deux populations (amplitudes de mouvements plus larges, durées de mouvements plus courtes, et valeurs STI plus basses pour les deux groupes, comparé à la situation sans bite-block). A vitesse d'élocution rapide, une interaction significative est notée entre le groupe et la présence de bite-block. Pour les personnes qui béguaient, l'insertion du bite-block provoque une augmentation de l'amplitude du mouvement de la lèvre inférieure et du pic de vélocité, par rapport à l'absence de bite-block. Pour les personnes fluentes, ce n'est pas le cas. Les auteurs suggèrent que les personnes qui béguaient amplifient leurs mouvements sans doute dans l'objectif de gagner en stabilité. En effet, les auteurs de l'étude s'appuient sur l'hypothèse de van Lieshout et al. (2004)

qui supposent une relation entre l'amplitude du mouvement et la stabilité de la performance motrice. Ainsi, les amplitudes plus larges lors de l'insertion du bite-block peuvent intensifier les feedbacks kinesthésiques et ainsi, stabiliser le mouvement des articulateurs de la parole. Aussi, ces données confirmeraient que les personnes qui bégayaient auraient des *capacités motrices limitées* (hypothèse défendue par van Lieshout et al., 2004).

**Ainsi, ces études montrent que les capacités motrices des personnes qui bégayaient sont différentes de celles des fluents, mais ces différences n'apparaissent pas de manière systématique.** Il semblerait que les capacités motrices des personnes qui bégayaient soient sous-tendues par un manque d'organisation et de coordination. Face à la complexité, le système moteur de la parole des personnes bègues affiche un certain manque de flexibilité, une certaine lacune dans les capacités d'adaptation. Les études précédentes vont en faveur de l'hypothèse défendue par van Lieshout et al. (2004) : une limitation existe dans les capacités motrices et se caractérise par (pour une revue, cf. Namasivayam & van Lieshout, (2011):

- Une baisse de la cohérence du mouvement (Kleinow & Smith, 2000 ; Smith et al., 2010)
- Une plus grande variabilité inter et intra-individuelle (Alfonso & van Lieshout, 1997)
- Une lenteur dans l'initialisation et la réalisation du mouvement (Peters et al., 1989 ; van Lieshout et al., 1996a)
- Une automaticité diminuée
- Une adaptation aux changements extérieurs moins efficace (débit de parole, présence de bite-block) (Namasivayam et al., 2008)
- Une stagnation des performances malgré l'entraînement (Namasivayam & van Lieshout, 2008)
- Un fonctionnement non économe.

Ainsi, chez les personnes qui bégayaient, le système de contrôle moteur de la parole apparaît comme le « maillon faible » de la série d'étapes conduisant à la production de la parole (van Lieshout, 1995 ; van Lieshout et al., 2004). Les capacités motrices des personnes bègues sont donc moins efficaces, plus variables, plus immatures que celles des personnes fluentes. Elles sont « *limitées* » puisqu'elles ressortent essentiellement avec des facteurs de déstabilisation poussant le système moteur de la parole dans ses limites de fonctionnement, notamment les variations de débit ou la complexité de la tâche de parole.

Concernant le changement de débit, il impacte directement le contrôle moteur de la parole puisqu'il place une demande supplémentaire sur l'exécution et la coordination des mouvements (van Lieshout et al., 1996a, 1996b). Classiquement il est supposé que le débit ralenti aide la

fluence des personnes qui bégaièrent (Adams et al., 1973) puisque les stratégies de contrôle moteur disposent de plus de temps et l'exécution de parole s'en trouve favorisée. Pour autant la réciproque n'est pas forcément vraie. En effet, un débit ralenti favorisant n'implique pas forcément qu'un débit accéléré soit perturbant (Kalinowski et al., 1993) D'un point de vue du contrôle moteur de la parole, au moins deux stratégies existent pour arriver à un débit accéléré :

- une réduction de l'amplitude des mouvements et de la durée des segments, permettant au système de ne pas augmenter sa vitesse de fonctionnement.
- ou une augmentation de la rapidité des mouvements et en conséquence, une amplitude des mouvements qui reste large.

Dans cette vision, Namasivayam & van Lieshout, (2011) expliquent que la première stratégie de réduction de l'amplitude des mouvements entraîne plutôt une déstabilisation de la coordination articulaire puisqu'une plus grande variabilité est trouvée au sein des personnes qui bégaièrent. Au contraire, des mouvements de large amplitude permettraient un feedback kinesthésique plus fort et ainsi, une stabilisation des gestes articulatoires. C'est ce que suggèrent les études précédemment détaillées de Namasivayam & van Lieshout (2008) et de Namasivayam et al. (2008). Blomgren & Goberman (2008) soulignent que ce serait surtout lorsqu'on demande aux personnes qui bégaièrent de varier leur débit de parole (parler à débit lent, habituel ou rapide) que les capacités motrices montreraient le plus de difficultés à s'adapter. Une augmentation des disfluences arriverait dans ces conditions.

Concernant l'impact de la complexité de la tâche, Kleinow & Smith (2000a) montrent que la parole d'adultes qui bégaièrent présente une plus grande variabilité des mouvements articulatoires lorsque les phrases augmentent en complexité syntaxique. Les mouvements de la lèvre inférieure de 8 adultes bègues, comparés à leurs homologues fluents, présentent des mesures de STI plus élevées. Chez ces adultes bègues testés, la stabilité motrice de parole est donc plus faible. De plus cette stabilité motrice de la parole diminue avec la complexification de la phrase à produire, alors que ce n'est pas le cas chez les fluents. Ces résultats sont retrouvés par Chon (2010). De même, Smith et al. (2010) prennent des données cinématiques chez 17 adultes qui bégaièrent et 17 adultes fluents lors d'une tâche de répétition de non-mots. Les adultes bègues ont une coordination inter-articulateurs plus faible que celle des personnes fluentes et la différence entre les deux groupes augmente avec la complexité et la longueur des non-mots. Les auteurs de cette dernière étude notent un manque de robustesse dans l'organisation et la coordination des mouvements articulatoires chez les personnes qui bégaièrent. Ces résultats corroborent ceux de Peters et al. (1989) qui trouvent chez les personnes bègues et fluentes une augmentation des temps de réaction avec l'augmentation de la longueur et de la complexité des items à produire avec un effet

plus important chez les personnes qui bégaiant.

Après cette brève présentation de la théorie des capacités motrices de parole *limitées* chez les personnes qui bégaiant, nous allons essayer d'interpréter les résultats au niveau de la coarticulation à la lumière de cette théorie.

#### 4.2 RÉSULTATS SUR LA COARTICULATION ANTICIPATOIRE DE LA PAROLE BÈGUE PASSÉS AU FILTRE DES THÉORIES SUR LES CAPACITES MOTRICES DE PAROLE

Il ressort de certaines études que la parole fluente des adultes et des enfants qui bégaiant peut présenter des particularités coarticulatoires qui la différencient de celle des personnes fluentes. Ce constat vient bousculer la conception classique du bégaiement comme étant un trouble discontinu (ou dichotomique, fait d'alternances de parole fluente et disfluente). Les résultats issus des études sur la coarticulation font penser que le bégaiement n'est peut-être pas si discontinu que nos sens veulent bien nous le laisser croire. Si l'on s'en réfère aux théories sur les capacités motrices de parole, il semble bien que cette vision discontinue du bégaiement soit démodée. En effet, selon Peters et al. (2000), le comportement moteur de la parole évoluerait le long d'un continuum allant d'une fluence parfaite à une fluence très accidentée. La parole des personnes qui bégaiant évoluerait également sur ce continuum mais en étant plus proche de l'extrémité défaillante que celle des fluents. Ainsi, nous pouvons tenter de schématiser ce concept comme suit :

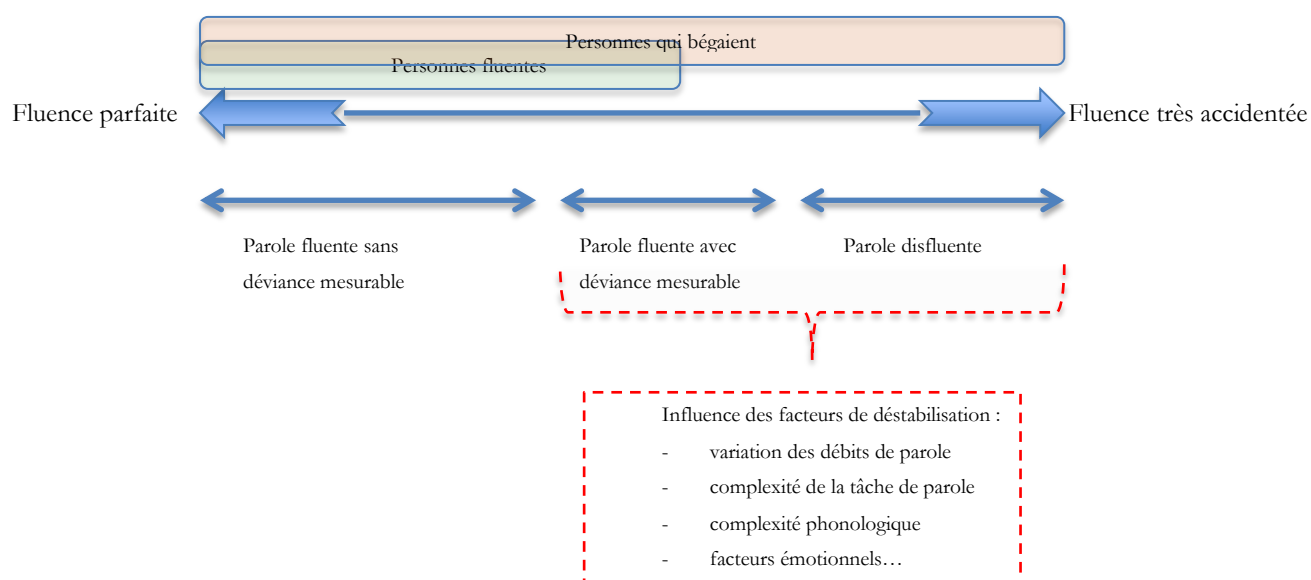


Figure 11 : Schéma du continuum de la fluence basé sur l'article de Peters et al. (2000).

La parole perceptivement fluente des personnes bègues peut ne pas se trouver au même endroit sur le continuum que celle des personnes fluentes puisque cette parole perceptivement fluente peut présenter déjà des déviations notamment au niveau de la coarticulation. De plus, comme nous l'avons vu, le comportement moteur des personnes qui bégayaient est sensible aux contraintes extérieures (débit de parole, complexité syntaxique, stress, émotions...) et dès qu'il est poussé dans ses limites de fonctionnement et de flexibilité, les déviations se transforment alors en disfluences (Peters et al., 2000). Cette vision issue des théories sur les capacités motrices de parole, est intéressante puisqu'elle permet de comprendre pourquoi des différences entre les personnes bègues et les fluentes apparaissent en parole fluente.

Cette conception est également intéressante puisqu'elle peut apporter une explication à la **disparité des résultats que nous avons relevée dans les études sur le comportement coarticulatoire des personnes bègues**. Du point de vue du contrôle moteur, deux raisons peuvent venir signifier cette disparité :

- Le caractère « limité » des capacités motrices des personnes bègues, qui ne se différencient de celles des personnes fluentes que lorsque le système moteur est poussé dans ses limites de fonctionnement, notamment par des facteurs de déstabilisation.
- La variabilité inhérente aux capacités motrices, même chez les fluents. Ainsi, pour reprendre l'image du continuum, il y a une zone centrale partagée par les fluents et les personnes bègues.

Enfin, il ressort des résultats sur la coarticulation dans la parole bègue une **difficulté d'interprétation des résultats en faveur de stratégies de compensation ou de caractéristiques propres au bégaiement** (cf. notamment l'étude de Pisciotto et al., 2010). Par exemple, une coarticulation plus forte trouvée chez les personnes qui bégayaient est souvent interprétée comme reflétant des stratégies de compensation (Zmarich & Marchiori, 2004 ; Hirsch, 2007 ; Pisciotto et al., 2010). Ces interprétations sont généralement faites sur la base de réflexion suivante : des mouvements moins amples, sont considérés comme étant plus économes en termes d'énergie dépensée dans le déplacement du mouvement, et permettraient une certaine stabilisation du système de contrôle moteur de la parole dans le sens où ils permettraient de mieux contrôler les gestes et d'anticiper le bégaiement (Hirsch, 2007). Cependant, les études s'intéressant aux conséquences des modifications du débit de parole sur le système de contrôle moteur de la parole des personnes bègues et fluentes, montrent que des gestes amples peuvent aussi être considérés comme des facteurs de stabilisation du système de contrôle moteur de la parole (van Lieshout et al., 2004, Namasivayam & van Lieshout, 2008 ; Namasivayam et al., 2008)

contrairement à ce qu'on pourrait intuitivement penser. Ce point est détaillé dans le chapitre 4. Ces données invitent finalement à de la circonspection dans l'interprétation de ce que peut signifier une coarticulation plus forte en termes de stratégies compensatoires. Finalement, une moindre coarticulation, donc des mouvements plus amples, des stratégies moins économes, ne pourrait-elle pas être interprétée aussi en termes de stratégie de compensation ?

#### 4.3 PONTS ENTRE LA RECHERCHE ET LA CLINIQUE : LES TECHNIQUES DE FLUENCE EXPLIQUÉES D'UN POINT DE VUE PHONÉTIQUE ET D'UN POINT DE VUE DES CAPACITES MOTRICES DE PAROLE

La lecture de la littérature sur les manifestations phonétiques du bégaiement et sur le contrôle moteur de la parole dans le bégaiement, nous a permis de mieux comprendre les raisons de l'efficacité des techniques de fluence. Les suggestions que nous faisons ci-après sont à prendre avec précaution, et méritent d'être vérifiées. Le tableau ci-après résume certaines techniques de fluence, les mécanismes sous-jacents qui entrent en jeu lors de l'application de ces techniques, et enfin, ce que nous supposons être les raisons, d'un point de vue des capacités motrices de parole, de leur efficacité.

Techniques de fluence	Principe/mécanisme sous-jacent	Certaines raisons de l'efficacité
Contacts doux	Mouvements articulatoires moins amples Plus forte coarticulation	Réduction des tensions, moindre coût articulatoire (en référence à l'étude de Hirsch, 2007 ; Pisiotta et al., 2010)
Ralentissement de la parole / parole prolongée	Voisement plus important Plus de temps	Les stratégies de contrôle moteur disposent de plus de temps pour opérer (en référence à van Lieshout et al., 2004)
Bégaiement inverse*	Mouvements articulatoires amples, exagérés jusqu'au bégaiement= blocages ou prolongations sur différents lieux d'articulation	Développement du feedback kinesthésique. Secondairement, possible que cette utilisation de gestes amples favorise une meilleure stabilité articulatoire (en référence aux travaux de Namasivayam & van Lieshout, 2008 et Namasivayam et al., 2008)

Tableau 14 : Les techniques de fluence et leur possible explication d'un point de vue phonétique et de contrôle moteur.

Dans le bégaiement inverse, il est demandé au patient de faire exprès de faire des disfluences (blocages sur les occlusives et voyelles, prolongations sur les constrictives), ainsi, l'articulation est exagérée, et stoppée ou prolongée, ce qui suscite des mouvements articulatoires amples et réalisés en tension. Ainsi, le feedback kinesthésique est par ce biais développé permettant au patient de mieux sentir et comprendre la physiologie du bégaiement, puis de savoir clairement identifier les

disfluences pour arriver à les contrôler. Le but premier de cette technique est d'une part de désensibiliser le patient par rapport à son bégaiement, et d'autre part de lui apprendre à mieux comprendre donc contrôler son bégaiement. Les études de Namasivayam & van Lieshout (2008), et Namasivayam et al. (2008) nous apprennent que des mouvements de plus forte amplitude peuvent favoriser plus de stabilité motrice par un gain de feedback kinesthésique. Nous avons complètement conscience que le protocole proposé dans ces études est loin de ce qui est demandé dans le bégaiement inverse, néanmoins nous trouvons les conclusions intéressantes, et nous pensons qu'elles peuvent peut-être apporter un atout supplémentaire à l'utilisation de ce bégaiement inverse. En effet, en plus de développer les sensations kinesthésiques, la compréhension des mécanismes en jeu dans le bégaiement et le contrôle de ce dernier, la technique du bégaiement inverse, peut peut-être, par le fait de susciter des mouvements larges, amples et en tension, favoriser un gain en stabilité dans le système moteur de la parole. S'il est travaillé régulièrement, ce gain est peut-être transféré en parole fluente. Ainsi, il est possible que la pratique du bégaiement inverse, en plus de l'entraînement au contrôle des disfluences, puisse permettre un gain de stabilité motrice qui puisse se transférer à la parole fluente, et permette secondairement au patient de gagner en fluence. La technique du freezing peut-être expliquée de la même manière.

Des difficultés coarticulatoires seraient au cœur du bégaiement. Ce troisième chapitre a permis de synthétiser les études sur la coarticulation existant chez l'adulte et l'enfant qui bégaiement. Finalement, les résultats sont très disparates au sein des deux populations et il est difficile d'en tirer des conclusions. Les données sur les capacités motrices de parole, bien que non directement liées aux données acoustiques, nous permettent de mieux comprendre la variabilité de ces résultats et rejoignent le modèle théorique de Smith (1999) en proposant de considérer la parole disfluente non pas de manière dichotomique (fluence/disfluence), mais selon un continuum. La parole bègue, dont les capacités motrices seraient limitées, bouge le long du continuum et serait sensible à des facteurs de déstabilisation. Cependant, il existe des facteurs stabilisants, notamment l'influence de la modification des feedbacks sensoriels, et plus spécifiquement du feedback auditif. Nous présentons cette influence dans le chapitre suivant.





# Chapitre 4

---

## Rôle du feedback auditif dans la parole bégue

Le rôle du feedback auditif est particulièrement intrigant dans le bégaiement. En effet, toute modification du feedback auditif peut participer à une amélioration très nette de la fluence des personnes qui bégaiant. Ce chapitre présente d'abord le rôle théorique de ce feedback dans la production de la parole, et les effets de ses altérations sur la parole non pathologique. Nous détaillons ensuite le rôle de la modification du feedback auditif dans la parole bègue. La synthèse des différentes études sur les modifications du feedback auditif essaie de faire ressortir les aspects cliniques (types d'altérations, réglages, facteurs d'amélioration), les aspects de contrôle moteur, et enfin les hypothèses explicatives. Enfin, nous évoquons rapidement l'impact dans la parole bègue, des autres feedbacks sensoriels.

## **1 Le rôle du feedback auditif dans la production de la parole**

Le rôle des différents feedbacks, auditif et oro-sensoriels, a une grande importance dans l'apprentissage et le contrôle des mouvements de la parole (Guenther, 2006 ; Guenther & Perkell, 2004 ; Purcell & Munhall, 2006). Le rôle est notamment détaillé dans le modèle DIVA (Direction Into Velocities of Articulators) (Guenther et al., 2006) qui nous paraît intéressant pour plusieurs raisons ;

- il sert de base théorique notamment à l'hypothèse de Max et al. (2004) présentée plus loin.
- il permet d'expliquer les phénomènes comme la coarticulation, la variabilité dans la parole, et le rôle du feedback auditif dans la planification et la production de la parole.
- il montre les interactions perception/production de la parole

## 1.1 LE MODÈLE DIVA (GUENTHER, ET AL., 2006 ; GUENTHER, 1994, 2006)

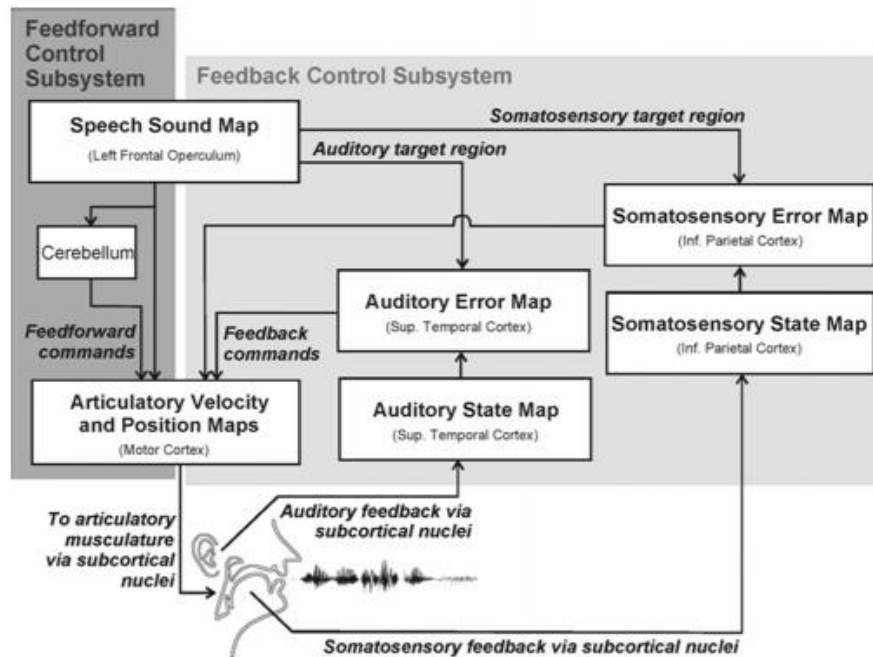


Figure 12 : Modèle DIVA de l'acquisition et de la production de la parole (Guenther, 2006)

Le modèle DIVA (Directions Into Veocities of Articulators) est un modèle biologique de la production de la parole. Il rend compte des contraintes computationnelles et temporelles du Système Nerveux Central et permet une modélisation des propriétés cinématiques et acoustiques du développement et de la production de la parole. Chaque « boîte » correspond à un ensemble de neurones. Une notion importante est celle de « régions-cibles ». Ces régions encodent les informations auditives et oro-sensorielles (formants et constrictions dans le tractus vocal) pour chaque phonème. Le terme de « région » a son importance puisqu'il évoque le caractère multidimensionnel et variable de la représentation et de la réalisation d'un son. Ces régions commencent à se développer au moment du babillage de l'enfant, et s'agrandissent au fur et à mesure de l'acquisition des sons par l'enfant. Chaque point de la région d'un son est finalement une possibilité, parmi toutes les autres de la région, de réaliser ce son. Il y en a d'autant plus que la région est grande. Ainsi, la notion de région permet de rendre compte de la variabilité intrinsèque à la production de la parole, et en conséquence, des notions de coarticulation. En effet, en fonction du contexte dans lequel un son apparaît, la configuration choisie pour ce son correspondra au point le plus près du point choisi pour le son précédent (coarticulation anticipatrice) ou du point choisi pour le son suivant (coarticulation progressive).

Trois systèmes de contrôle sont intégrés au modèle (résumés par Civier et al., 2010) :

- Le *contrôle par feedback*, ou boucle fermée, est celui qui permet le développement de la parole avec notamment la mise en place et l'accroissement des régions cibles. Les enfants se basent essentiellement sur ce type de feedback (Guenther & Perkell, 2004). Il permet de détecter et corriger les erreurs sensori-motrices. Une erreur correspond à une discordance entre la sortie en parole et les cibles intentionnelles (auditives et somatosensorielles). En conséquence, ce type de feedback permet également au système de parole de s'adapter aux perturbations qui engendrent des erreurs (perturbations proprioceptive (bite-block), auditive). Civier et al., (2010) donnent une métaphore de l'utilisation exclusive de ce feedback : n'utiliser que ce feedback pour contrôler sa parole reviendrait à essayer de chanter une chanson en même temps qu'on l'entend pour la première fois. Le contrôle par feedback s'appuie sur des modèles internes *forward* qui sont une estimation des conséquences sensorielles de la commande motrice préparée. Avec le développement, ce type de feedback est de moins en moins utilisé au profit du *contrôle feedforward*. Ainsi, les adultes fluents s'appuient essentiellement sur ce dernier type de contrôle.
- Le *contrôle feedforward*, ou boucle ouverte. Comme son nom l'indique, il s'agit d'une anticipation qui repose sur les représentations des commandes motrices pré-programmées dans les modèles internes. A partir des modèles internes, le contrôle feedforward génère une commande motrice. Parler en s'appuyant sur ce type de feedback peut s'illustrer par le fait de chanter une chanson de mémoire (Civier et al., 2010). La commande motrice génère une copie efférente qui est à son tour contrôlée par le contrôle feedback grâce *aux modèles internes forward* qui font une estimation des conséquences sensorielles à partir des informations de la copie efférente.

Les deux types de contrôle fonctionnent ensemble avec, dans un système mûre, une prépondérance donnée au *contrôle feedforward*, car le *contrôle feedback* seul est trop lent. Lorsqu'il fonctionne sur un mode normal, le modèle n'attend pas l'information afférente signalant une erreur de mouvement. Il peut corriger les commandes motrices de manière anticipée en prédisant le mouvement de sortie (*modèle interne inverse* et *contrôle feedforward*), puis en comparant le résultat désiré au résultat prédit (*modèle forward* et *contrôle par feedback*) (Max et al., 2004 p 110).

- Enfin, un troisième type de contrôle existe et n'intervient que pour corriger les grosses erreurs qui n'ont pu être corrigées par le *contrôle feedback*. Il s'appuie sur le feedback auditif seulement. Ce type de réparation intervient en dernier recours en quelque sorte car il

nécessite une réinitialisation du système de parole, donc une répétition de ce qui a été dit en corrigeant l'erreur faite.

Kehoe (2013) pense que l'une des raisons sous-jacentes à l'efficacité des techniques de fluence est qu'elles utilisent le contrôle par feedback (ou boucle fermée). En effet, les techniques de fluence étant des techniques conscientes de production de la parole, elles suscitent essentiellement l'activation du contrôle par feedback (utilisé lors des apprentissages moteurs). Ainsi, ce constat rejoint finalement celui de Namasivayam & van Lieshout (2008) et Namasivayam et al. (2008) : le contrôle par feedback est certes plus lent, mais constitue une aide.

Les paragraphes qui suivent détaillent les conséquences de la modification du feedback auditif sur la parole non-pathologique.

## **1.2 CONSÉQUENCES DE LA PERTURBATION DU FEEDBACK AUDITIF DANS LA PAROLE NON-PATHOLOGIQUE.**

Le feedback auditif permet au locuteur d'avoir un retour de sa propre voix et par ce biais, de contrôler sa parole, notamment les paramètres suprasegmentaux (Perkell et al., 2000). Le feedback auditif peut être perturbé soit de manière externe, en faisant parler le locuteur dans le bruit ; soit de manière interne, en modifiant directement la manière dont le locuteur entend sa propre voix. Dans les deux cas, le rapport signal/ bruit est diminué (Liu & Kewley-Port, 2004) et des stratégies d'adaptation et de compensation sont mises en place.

L'ajout d'un bruit extérieur entraîne l'effet Lombard (Lombard, 1911). Une corrélation existe entre l'intensité sonore de l'environnement et l'intensité de la voix du locuteur parlant dans cet environnement : en milieu bruyé, le locuteur augmente l'intensité de sa voix (Lombard, 1911). D'autres paramètres acoustiques, articulatoires et prosodiques sont modifiés de manière à garantir l'intelligibilité de la parole (Garnier et al., 2010).

Pour modifier le propre feedback auditif d'une personne il est possible de retarder un feedback auditif (DAF, Delayed Auditory Feedback), de « shifter » les fréquences de la parole du locuteur (FAF, Frequency Altered Feedback) ou de faire une combinaison des deux (AAF Altered Auditory Feedback). Chez les locuteurs fluents, la modification de leur propre feedback auditif entraîne diverses adaptations comportementales qui peuvent résulter en des échecs de la production de la parole. Les personnes fluentes soumises à une modification de leur feedback auditif produisent des erreurs de parole, des disfluences, et une diminution de leur débit de parole (Lee, 1950a ; Lee 1950b ; Stuart et al., 2002 ; Jones & Striemer, 2007 ; Chon, 2010 ; Chon et al., 2013). Les données individuelles montrent cependant une grande variabilité quant à la sensibilité

au DAF (Chon et al., 2013) et des sous-groupes pourraient être définis en fonction de cette sensibilité. Il y aurait les « très sensibles » (qui font beaucoup d'erreurs, de disfluences et ralentissent beaucoup leur débit de parole), les moyennement sensibles et les faiblement sensibles qui font relativement peu d'erreurs et de disfluences, et arrivent à conserver un débit normal (Chon, 2010). Les « peu sensibles » auraient un contrôle feedforward bien établi alors que les « très sensibles » le seraient en raison d'une dépendance au feedback auditif (Chon, 2010). Ainsi, le rôle des feedbacks soulignent bien le lien fort entre la perception et la production de la parole puisqu'une perturbation entraîne des réadaptations du système de production qui sont parfois des échecs de production, notamment chez les personnes fluentes. Plus précisément, lors d'une perturbation du feedback auditif, une adaptation du système sensori-moteur a lieu. Cette adaptation est de nature compensatoire (Houde & Jordan, 1998 ; Purcell & Munhall 2006a ; 2006b ; Villacorta et al., 2007 ; Tourvill et al., 2008). Ainsi, une transformation en temps réel du feedback auditif, notamment par une altération des formants (F1) ou de la fréquence fondamentale, pousse la personne soumise à de telles conditions, à compenser cette altération perceptive dans ses productions. Cette compensation en production se fait dans le sens opposé de celui de l'altération du F1. Ainsi, si l'altération consiste à augmenter le F1, alors l'analyse de signal de parole en production montrera une diminution compensatoire du F1. L'adaptation à la perturbation du feedback auditif est de bas-niveau puisque d'une part la personne n'a pas conscience de la perturbation lorsqu'elle est graduelle (Purcell & Munhall, 2006), et d'autre part, même lorsqu'on informe le locuteur de l'effet compensatoire et qu'on lui demande d'essayer de ne pas compenser l'altération du feedback auditif, il n'y parvient pas (Munhall et al., 2009). L'ensemble de ces études supporte le modèle DIVA et la vision de Perkell et al. (2000). L'intégration sensorielle joue un rôle non-négligeable dans la production de la parole et notamment le contrôle par feedback. Ainsi, une discordance entre la sortie acoustique de la parole et la conséquence sensorielle attendue va entraîner un comportement compensatoire quasi automatique et relativement inconscient.

Quel est le rôle des feedbacks et notamment du feedback auditif dans la production de la parole bégue et quelles sont les adaptations mises en place par les locuteurs bégues lorsque ces feedbacks sont perturbés ?

## **2 Le feedback auditif dans la parole bègue**

« It is a matter of interest, and potentially considerable clinical significance, that only population with a reduced prevalence of stuttering is the hearing impaired »<sup>1</sup> (Ward, 2006, p46). De nombreuses recherches, au cours de ces dernières décennies considèrent qu'un trouble perceptif pourrait être lié au bégaiement.

### **2.1 LES DIFFÉRENTS TYPES D'ALTÉRATION**

De manière empirique, il est vrai que certaines personnes qui bégaiant, leurs proches, les professionnels qu'ils côtoient, remarquent moins de disfluences lorsque la parole est produite en environnement bruyant. A partir de ce constat, les recherches ont commencé à s'intéresser à l'influence des conditions perceptives sur la fluence des personnes qui bégaiant. Il a d'abord été découvert que la parole à l'unisson ou *choral speech*, était une condition particulièrement puissante, et peut-être la plus puissante, pour améliorer la fluence des personnes bègues (Cherry & Sayers, 1956 (cité par Kalinowski & Saltuklaroglu, 2003a) ; Bloodstein & Bernstein-Ratner, 2008). Le fait que quelqu'un parle en même temps que la personne bègue et sur le même matériel linguistique, réduit considérablement les disfluences, et ce, même face à de l'audience (Armson et al., 1997). Cependant, Kalinowski & Saltuklaroglu (2003a) soulignent les limites du choral speech en termes d'application puisqu'il implique que les deux personnes qui parlent à l'unisson disent la même chose. Cette condition améliorante ne peut donc être utilisée qu'en situation de lecture ou quand les personnes ont appris un texte à dire, deux conditions finalement peu écologiques. Ainsi, des dérivés du choral speech ont ensuite été utilisés : bruit masquant, DAF (Delayed Auditory Feedback), FAF (Frequency Altered Feedback) ou une combinaison des deux (DAF et FAF) et montrent également une amélioration de la fluence (Howell & Powell, 1987; Kalinowski et al., 1993 ; Hargrave et al., 1994; Macleod et al., 1995 ; Natke & Kalveram, 2001 ; Stuart et al., 2003, 2004, 2008 ; Armson et al., 2006 ; Lincoln et al., 2006 ; Antipova et al., 2008 ; Armson & Kieffe, 2008 ; Saltuklaroglu et al., 2009). Depuis une petite décennie des appareils qui permettent d'altérer le feedback auditif sont commercialisés. Finalement, ces appareils essaient de reproduire électroniquement le choral speech. Ils sont actuellement miniaturisés et se portent comme une prothèse auditive.

---

<sup>1</sup> Un fait intéressant est que la seule population avec une prévalence de bégaiement réduite, est la population des malentendants.



- L'Edinburgh masker est un dispositif délivrant du bruit au moment où la personne parle. Il provoque un effet Lombard (hyperarticulation et augmentation de l'intensité de la voix).
- Le Pocket Fluency System, puis le *Small Talk* ( Casa Futura Technology) et le *Speech Easy* ( Speech Easy Device, Janus Group, Inc. 2001) sont deux appareils disponibles en version miniaturisée, sous forme de prothèse auditive, et permettent de régler différents DAF ou FAF ou les deux combinés. Le shift fréquentiel correspond à une modification du spectre entier. Les changements sensoriels créés par ces appareils créent l'illusion d'un second locuteur produisant le même matériel linguistique. Il s'agit donc d'une imitation du choral speech, utilisable dans les situations de la vie quotidienne. Généralement, ce genre d'appareil se porte dans une seule oreille. Ainsi, la personne entend sa propre voix modifiée (retardée, aggravée ou plus aiguë), sa voix non-modifiée puisque le port de l'appareil est monoral, et bien sûr ce que dit l'interlocuteur ainsi que les bruits environnants. L'amélioration peut même être obtenue simplement en amplifiant le retour auditif (sans retard, ni shift fréquentiel) (Foundas et al., 2013). Sur ces appareils, le délai peut aller de 0 à 220 ms avec un réglage à la ms. Le shift fréquentiel se fait par sauts de 500 Hz vers le haut ou vers le bas.

De nombreuses études s'intéressent à l'effet sur la parole des personnes qui bégaiement, de cette altération du feedback auditif. Plusieurs questions sont soulevées :

- Est-ce que ces modifications du feedback auditif sont efficaces pour toutes les personnes bégaiement ?
- Quels sont les réglages optimums ?
- Quelles améliorations sont obtenues, en fonction de la tâche de parole ? en fonction de la consigne donnée ? en fonction de la sévérité du bégaiement ?
- Quels sont les effets dans le temps ?
- Les effets du AAF (Altered Auditory Feedback englobant le DAF et le FAF) ont-ils été testés sur d'autres mesures que le décompte des disfluences ?
- Sur quelles langues ces études se portent-elles ?

Nous essayons, dans cette partie, de répondre à ces questions en synthétisant les études sur le sujet. Un tableau récapitulatif des études les plus récentes ou qui nous paraissent importantes est donné en fin de partie.

## 2.2 SYNTHÈSE DES ÉTUDES SUR AAF

### 2.2.1 *La variabilité individuelle*

Les altérations du feedback auditif ne sont pas efficaces chez tout le monde. Un nombre d'études important souligne une grande variabilité inter-sujet (Howell & Powell, 1987 ; Hargrave et al., 1994 ; Macleod et al., 1995 ; Kalinowski et al., 1996 ; Ingham et al., 1997 ; Armson et al., 1997 ; Zimmerman et al., 1997 ; Armson & Stuart, 1998 ; Howell, 2004 ; Armson et al., 2006 ; Lincoln et al., 2006 ; Armson & Kieft, 2008 ; Natke, 2000 ; Stuart et al., 1996 ; Stuart et al., 1997). Certaines personnes qui bégayaient ne montrent qu'une faible amélioration de leur fluence, ou pas d'amélioration du tout. Cette variabilité suggère l'existence de sous-groupes se différenciant par leur sensibilité au AAF (Foundas et al., 2004). La grande majorité des études révèle toutefois des améliorations chez la majorité des sujets dans au moins une condition de l'expérimentation. Chon (2010), cependant, ne trouve pas d'amélioration sous DAF, de la fluence des personnes qui bégayaient.

### 2.2.2 *Les réglages*

Etant donnée la grande variabilité individuelle, la question des réglages dans les protocoles se pose. En effet, certaines études choisissent des réglages individuels afin de maximiser l'amélioration pour chacun, et comparent une condition sans facteur améliorant avec une situation de parole dans des conditions améliorantes (Armson et al., 2006 ; O'Donnell et al., 2008). D'autres choisissent de prendre les mêmes réglages pour tout le monde (souvent les réglages par défaut qui sont 60 ms de délai et 500 Hz shiftés vers le haut) mais se retrouvent face au risque de choisir un réglage qui ne convienne pas à certains (Macleod et al., 1995 ; Stuart et al., 1996). La comparaison entre différents types de réglages est alors possible, mais tous les sujets ne réagissent peut-être pas de la même manière aux réglages proposés. Certaines études comparent l'effet des réglages par défaut aux réglages individuels (Foundas et al., 2013) et montrent une amélioration de la fluence plus nette pour les réglages individuels. D'autres comparent différents réglages choisis (Stuart et al., 1996 ; Antipova et al., 2008 ; Saltuklaroglu et al., 2009). Certaines comparent les différents types d'altérations (NAF, DAF, FAF, bruit) (Macleod et al., 1995 ; Van Borsel & Eeckhout, 2008). Les conclusions demeurent difficiles à tirer. Cependant, MacLeod et al. (1995) qui comparent l'effet du DAF seul (+50ms), du FAF seul (shift de 1 octave vers le bas) et l'effet de la combinaison des deux, dans une tâche de lecture, ne trouvent pas de différence dans l'amélioration de la fluence par chacune des situations de feedback modifié. Saltuklaroglu et al., (2009) rejoignent les résultats de MacLeod et al. (1995) puisqu'ils trouvent que sur une tâche

de lecture, les différents réglages de AAF ont tous plus ou moins la même efficacité (entre 62 et 75% de réduction des disfluences). Cependant, ces réglages de AAF restent moins efficaces que le choral speech (qui entraîne 98% de réduction des disfluences) (Saltuklaroglu et al., 2009). Antipova et al. (2008) qui comparent de manière systématique 8 types de réglages, en situation de monologue, montrent que deux réglages paraissent plus efficaces que les autres : un délai seul de 75 ms ou un délai de 75 ms associé à une baisse d'un demi octave. D'autres études vont dans le sens de MacLeod et al. (1995) et Saltuklaroglu et al. (2009). Elles montrent que l'amélioration par DAF et FAF est la même (Hargrave et al., 1994 ; Howell & Powell, 1987 ; Saltuklaroglu et al., 2002). Enfin, certaines recherches relèvent des différences entre les types d'altérations. Le FAF serait préférable au DAF car l'amélioration est plus importante (Howell & Powell, 1987), la naturalité de la parole est moins altérée (Van Borsel & Eeckhout, 2008) et le ralentissement de la parole moindre (Natke et al. 2001). Lorsque le DAF est utilisé seul, il semble que les courts délais soient plus appropriés que les longs qui induisent un débit très ralenti, des voyelles excessivement prolongées et une parole peu naturelle (Goldiamond, 1965 (cité par (Antipova et al., 2008)). Prises ensemble, ces études mettent en évidence que :

- il semble exister une certaine flexibilité dans le pouvoir améliorant des feedback modifiés
- la comparaison entre les études est difficile puisque les réglages choisis diffèrent et les tâches de parole également
- du fait de la variabilité individuelle, il paraît important, comme le soulignent Armson et al. (2006), de présenter des résultats de groupes et des résultats individuels

Malgré la difficulté à proposer un type de réglage optimal, certains facteurs jouent sur l'amélioration de la fluence et semblent confirmés dans plusieurs études.

## **2.2.3 De quels facteurs dépend l'amélioration ?**

### *2.2.3.1 Effet du type d'altération*

Le Choral Speech est admis pour être le plus efficace en termes de réduction des disfluences (Ingham & Packman, 1979 ; Bloodstein & Bernstein-Ratner, 2008) mais son application est limitée à une situation de parole dans laquelle les deux locuteurs peuvent parler en même temps sur le même matériel linguistique. Cela restreint son utilisation à la lecture ou à la récitation. Par ailleurs, il semble que le caractère voisé du second signal soit un facteur important pour une amélioration réelle (Kalinowski et al., 2000). En effet, ces derniers auteurs montrent que la parole d'une personne bègue se trouve améliorée en présence d'un /a/ prolongé ou d'une suite de voyelles /a-i-u/, alors qu'il n'y aurait pas d'amélioration avec la fricative /s/ prolongée.

#### *2.2.3.2 Effet de la tâche de parole*

Les études qui comparent l'amélioration dans différentes situations de parole font majoritairement ressortir une amélioration dépendante du caractère impliquant de la situation de communication. Plus la situation de communication est engageante moins l'amélioration est grande. Ainsi, en lecture, l'amélioration sous AAF est plus importante qu'en situation de monologue. La conversation est la situation de la parole pour laquelle la modification du feedback auditif est la moins efficace (Stuart et al., 2004 ; Armson et al., 2006 ; Armson & Kieffe, 2008 ; Foundas et al., 2013).

#### *2.2.3.3 Effet d'initiation via une voyelle prolongée*

Dans le cas des modifications par AAF, tant que la personne n'émet pas de son, le feedback n'est pas modifié puisque le second signal n'est pas déclenché. L'effet de la première syllabe est un des facteurs qui explique la différence entre l'amélioration par le choral speech et celle, moindre, par le AAF (Saltuklaroglu et al., 2009). Cela peut être problématique pour deux raisons : le bégaiement se situe majoritairement en début de mot et peut se manifester par des blocages inaudibles, donc ne déclenchant pas la modification du feedback. Ainsi, Armson et al. (2006) ont proposé aux locuteurs de prolonger une voyelle en début de prise de parole pour que l'appareil se déclenche. Ils ont donc testé l'effet du AAF sans consigne de prolonger une voyelle et avec consigne de prolonger. L'amélioration est plus importante avec la consigne.

#### *2.2.3.4 Effet dans le temps*

Précisons que les études qui examinent les effets du AAF dans le temps analysent l'amélioration dans le temps au cours du port de l'appareil. A ce jour, aucune étude ne montre que le AAF a un pouvoir de guérison. L'amélioration est présente pendant le port de l'appareil, mais lorsque l'appareil est retiré, l'amélioration rechute. Parfois le bégaiement est quand même moindre après le port de l'appareil qu'avant (Gallop & Runyan, 2012 ; O'Donnell et al., 2008), mais comment interpréter cette différence, sachant que le bégaiement est fluctuant ? Il est possible que le port de l'appareil ait pu participer à un changement comportemental et émotionnel favorable. En tout cas, il n'est, à ce jour, pas possible de conclure que la soumission à la modification du feedback auditif pendant un temps donné permette directement une diminution consécutive du bégaiement (c'est-à-dire, une fois l'appareil retiré). Les études que nous allons mentionner ci-après cherchent à voir si l'amélioration, par le port d'un appareil modifiant le feedback auditif, est constante au cours du port de l'appareil. Selon les études, le temps de port de l'appareil varie : 16 semaines (O'Donnell et al., 2008), 3 mois (Van Borsel et al., 2003), 4 mois (Stuart et al., 2004), 12 mois (Stuart et al., 2006). Globalement, elles montrent que

l'amélioration se maintient au cours du port de l'appareil, mais toujours beaucoup de variabilité individuelle.

#### *2.2.3.5 Effet du choix de l'oreille appareillée*

La plupart des études qui testent un des deux appareils existants laissent le choix de l'oreille au locuteur. Foundas et al. (2013) étudient l'effet du AAF (60ms et +500Hz), entre autres, dans des tâches de lecture, monologue et conversation, en fonction de l'oreille droite ou gauche. L'effet de l'oreille n'est constaté qu'en situation de conversation, avec une meilleure efficacité quand l'appareil est porté à gauche.

#### *2.2.3.6 Effet de la sévérité du bégaiement*

L'effet est controversé : Foundas et al. (2013) trouvent un lien avec la sévérité, dans des tâches de lecture, monologue et conversation. L'amélioration est plus importante chez les sujets dont le bégaiement est le plus sévère. Cependant, Antipova et al. (2008) ne trouvent pas de lien avec la sévérité du bégaiement, durant un monologue.

Jusque là les études présentées traitent de l'influence des altérations du feedback auditif sur le pourcentage de disfluences. Qu'en est-il au niveau du contrôle moteur ?

### **2.2.4 Effets des altérations du feedback auditif sur le contrôle moteur**

Les études sur les effets compensatoires de la parole sous FAF de Jones & Munhall (2000), Villacorta et al. (2007) montrent que le feedback auditif altéré influence directement le système moteur de la parole. Chon (2010) étudie l'effet du DAF sur des paramètres cinématiques comme la stabilité motrice de la parole et sur la fluence chez des personnes bègues et fluentes. L'étude propose une comparaison de la stabilité cinématique des mouvements de la parole chez des personnes fluentes et bègues. Ces mesures sont prises dans deux conditions de DAF (25 et 50 ms de retard) et dans des conditions aNAF (amplified non-altered auditory feedback) et nNAF (natural non-altered auditory feedback). L'auteur suppose que les personnes fluentes montreront une plus faible stabilité motrice (quantifiée par l'indice Spatiotemporal Index STI; avec une valeur élevée de STI qui représente une forte instabilité motrice de la parole) de la lèvre inférieure sous les deux conditions DAF que sous les conditions NAF (a ou n). Au contraire, pour les personnes qui bégaiement, Chon (2010) s'attend à une moindre stabilité motrice de la lèvre inférieure sous la condition nNAF que sous les conditions aNAF, et les deux DAF. Les participants à l'étude sont 11 adultes fluents et 14 adultes bègues. De petits délais de DAF sont choisis pour minimiser la lenteur de la parole (qui augmente avec un retard important) et qui peut contribuer à une

instabilité motrice (Smith & Kleinow, 2000). La tâche consiste en la répétition d'un non-mot /pa/ et la répétition de phrases qui varient en longueur et en complexité syntaxique. Globalement les personnes qui bégaièrent montrent plus d'instabilité motrice de parole (révélée par l'indice STI) que les personnes fluentes dans les conditions de feedback modifié. La comparaison intra-groupe montre que les personnes qui bégaièrent gagnent en stabilité motrice lorsqu'elles parlent sous les conditions AAF. Alors que les personnes fluentes perdent en stabilité motrice sous les conditions de feedback altéré. De manière très intéressante, la complexité linguistique joue un rôle important. L'effet des conditions de feedback altéré est le même dans les deux groupes pour les énoncés simples. En revanche, pour les énoncés plus complexes et longs, l'effet du feedback altéré diffère entre les deux groupes. Pour les énoncés complexes, les personnes qui bégaièrent ont des valeurs de STI toujours significativement supérieures à celles des fluents, ce qui montre la présence d'une instabilité motrice. Cependant, dans les énoncés complexes, les conditions de feedback altéré permettent de réduire les valeurs de STI au sein des personnes qui bégaièrent. Les personnes qui bégaièrent, lors de la production d'énoncés complexes, gagnent en stabilité motrice de parole sous feedback altéré. L'inverse est observé chez les personnes fluentes. La production d'énoncés complexes sous feedback auditif altéré entraîne une déstabilisation de la coordination motrice de la parole. Il est donc intéressant de noter que l'influence du AAF sur l'exécution motrice de la parole dépend de la demande linguistique. Pour les énoncés plus complexes le AAF aide les personnes qui bégaièrent à gagner en stabilité alors qu'il entraîne une augmentation de la variabilité chez les personnes fluentes. Il semble bien que le feedback auditif fonctionne différemment chez les personnes fluentes et chez les personnes qui bégaièrent. Enfin, la variabilité individuelle, dans les deux groupes, est considérable, ce qui rejoint les précédents résultats mentionnés ci-dessus.

Pour résumer, les effets des altérations du feedback auditif sur la parole sont divergents chez les personnes fluentes et chez les personnes qui bégaièrent. La variabilité individuelle reste un point commun au sein des deux populations avec des sous-groupes qui ont été identifiés chez les personnes fluentes. Actuellement, au sein des personnes qui bégaièrent, les sous-groupes n'ont pas encore été identifiés. Il n'en reste pas moins que la sensibilité aux altérations de feedback auditif reste très dépendante des personnes. Du fait de cette grande variabilité, un réglage optimal n'existe pas. La puissance d'inhibition du bégaiement par le AAF dépend de la tâche de parole et semble d'autant plus importante que la tâche est moins engageante pour le locuteur. La consigne donnée paraît jouer un rôle dans l'amélioration. Enfin les effets dans le temps paraissent maintenus au cours du port de l'appareil. Mais cet aspect est sans doute aussi soumis à la

variabilité individuelle et l'expérience clinique montre que le maintien de l'efficacité du port de l'appareil dans le temps n'est pas avéré chez tout le monde. La sévérité du bégaiement joue peut-être aussi un rôle sur le pouvoir améliorant de l'altération du feedback chez les personnes qui bégaiement. Enfin, concernant la langue, la réponse ne peut être donnée puisque la grande majorité des études est conduite auprès de personnes anglophones.

Pour expliquer les raisons de l'amélioration de la fluence par la modification du feedback auditif chez les personnes qui bégaiement, plusieurs hypothèses explicatives ont été proposées. Nous les exposons dans les paragraphes suivants.

## **2.3 LES HYPOTHÈSES EXPLICATIVES**

Les hypothèses suivantes ont été proposées. L'amélioration de la fluence des personnes qui bégaiement par le AAF pourrait être due à :

- un simple ralentissement du débit de parole induit par le DAF notamment (Wingate, 1970, 1976)
- une sur-dépendance aux feedbacks sensoriels, avec une implication des modèles internes (Max et al., 2004 ; Namasivayam et al., 2009a)
- une activation des neurones miroirs (Kalinowski & Saltuklaroglu, 2003)
- l'hypothèse de (Howell, 2004) : EXPLAN

### **2.3.1 L'hypothèse de Wingate (1970, 1976)**

Les premières études qui se sont intéressées à l'effet de l'altération du feedback auditif sur la production de la parole utilisaient essentiellement le DAF avec des délais relativement importants (entre 200 et 500 ms). Ainsi, de tels délais entraînaient un fort ralentissement de la parole. Wingate (1970, 1976) imputait à ce ralentissement l'amélioration de la fluence sous DAF, mais excluait une participation directe du DAF dans cette amélioration. Plus tard, cette idée qui avait été largement acceptée a été réfutée par plusieurs études ayant testé les effets de l'altération du feedback auditif (DAF, FAF, AAF) avec des délais plus courts et surtout en demandant aux sujets de réaliser les tâches à débit normal et rapide. L'amélioration de la fluence est trouvée aux deux débits de parole et parfois meilleure à débit rapide (Howell et al., 1987 ; Hargrave et al., 1994 ; Kalinowski et al., 1993, 1996 ; Sparks et al., 2002). Ainsi, la réduction du débit n'est pas le seul facteur expliquant l'amélioration de la fluence sous AAF chez les personnes qui bégaiement.

### 2.3.2 La sur-dépendance aux *feedbacks* sensoriels

L'hypothèse de la sur-dépendance est soutenue par plusieurs auteurs. Toutefois l'interprétation que ces auteurs font de cette sur-dépendance diverge. D'un côté, Max et al. (2004) proposent que la sur-dépendance aux *feedbacks* sensoriels explique les disfluences et l'amélioration lorsque le *feedback* auditif est modifié. D'un autre côté, Namasivayam et al., (2009a), van Lieshout et al. (2004) pensent que la sur-dépendance est une stratégie inconsciente adoptée par les personnes qui bégaièrent pour contrôler leur parole.

#### 2.3.2.1 L'hypothèse de Max et al., (2004)

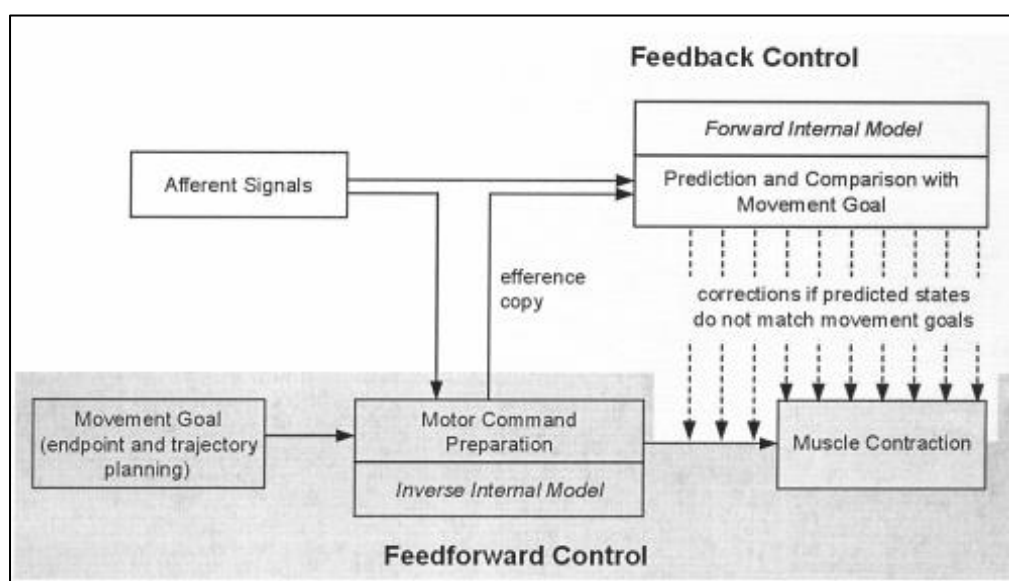


Figure 13 : Modèle intégratif du contrôle moteur de la parole (issu de Max et al., 2004)

Cette hypothèse se base sur le modèle DIVA présenté ci-dessus (Guenther & Perkell, 2004). Il s'appuie sur des données de la littérature concernant les mouvements de la parole fluente et disfluente des personnes qui bégaièrent ; et sur les effets du AAF. Le modèle DIVA est un modèle intégratif qui combine le « feedforward control » et le « feedback control ».

Les auteurs émettent deux hypothèses par rapport au bégaiement

- La première stipule que les personnes qui bégaièrent aient eu, durant leur enfance, des difficultés d'acquisition ou de mise à jour d'un des deux ou des deux systèmes de contrôle. Ces modèles internes s'adaptent continuellement durant le développement du langage (enrichissement en fonction des expériences sensori-motrices et langagières de l'enfant). Chez l'enfant qui bégaière, cette adaptation ne se ferait pas suffisamment, ou pas correctement.



Si l'insuffisance touche le modèle inverse (feedforward), alors les commandes motrices ne peuvent être passées correctement. Leur exécution et leurs conséquences sensorielles ne vont donc pas correspondre à l'intention de départ. Cela engendre une instabilité nécessitant un besoin accru de correction par feedback, une interruption des commandes par feedforward et donc des disfluences (répétitions, prolongations) ; notamment des répétitions par ré-initialisation du système.

Si l'insuffisance intervient au niveau du modèle forward (feedback), alors les commandes motrices peuvent être correctement prédites. Néanmoins, l'information afférente peut être mauvaise, se produit ainsi un décalage entre ce qui est prédit et les conséquences sensorielles et les corrections génèrent des disfluences.

- La seconde hypothèse propose que la personne qui bégaye ait une dépendance trop importante aux informations afférentes. Comme le système de contrôle des informations afférentes (par feedback) est plus lent que l'autre, si la personne utilise préférentiellement celui-là, un décalage entre la commande motrice et les conséquences auditives et sensorielles se crée. Ce décalage provoque des instabilités et entraîne de fait des disfluences de la même manière que celle présentée pour la première hypothèse. Dans le modèle DIVA, il est précisé que le contrôle par feedforward est, dans les premiers temps du développement de l'enfant, moins efficient que celui par feedback. Ce n'est que plus tard que le contrôle feedforward se met véritablement et efficacement en place. Ainsi, la seconde hypothèse suppose que les personnes qui bégayaient aient peut-être un contrôle par feedback qui reste toujours plus important, ou que l'autre soit affaibli.

#### *2.3.2.2 L'hypothèse de Namasivayam et al. (2009), van Lieshout et al. (2004)*

Cette hypothèse s'inscrit dans la théorie sur les habiletés motrices lacunaires des personnes qui bégayaient (van Lieshout et al., 2004). Selon cette approche, la parole est une habileté motrice acquise par la pratique et caractérisée par des capacités de coordination, d'adaptation, réalisée selon un moindre coût en énergie, et motivée par un but donné. Ces lacunes dans les habiletés motrices chez les personnes bègues entraînent des instabilités malgré la pratique et l'apprentissage moteur. Face à cette lacune, les personnes qui bégayaient s'appuient parfois sur les feedbacks sensoriels pour favoriser la coordination des effecteurs de la parole et conduire à plus de stabilité (Namasivayam & van Lieshout, 2008). Les personnes bègues s'appuient sur des stratégies moins automatisées et plus dépendantes de l'information sensorielle pour le contrôle des mouvements de la parole (van Lieshout et al., 1996a, 1996b). Ainsi, dans cette hypothèse, la dépendance aux feedbacks sensoriels est vue comme une stratégie compensatoire utilisée inconsciemment par les

personnes qui bégaièrent pour contrer le bégaiement. Namasivayam et al. (2009) testent l'hypothèse de sur-dépendance aux feedbacks sensoriels telle qu'elle est formulée par Max et al. (2004). Ils évaluent la coordination intra et inter gestuelle chez 5 adultes qui bégaièrent et 5 adultes fluents en perturbant l'un après l'autre, puis de manière combinée les feedbacks auditif, proprioceptif et tactile. Les sujets doivent répéter deux non-mots /api/ et /awi/ donnant lieu respectivement à beaucoup et peu d'occlusion labiale. Ils s'attendent à une augmentation de l'instabilité de la coordination motrice en présence de feedbacks perturbés. Les résultats ne montrent pas cette augmentation. Ainsi, ils ne soutiennent pas l'hypothèse d'une sur-dépendance aux feedbacks sensoriels pour expliquer les instabilités motrices des personnes qui bégaièrent. Ils penchent plutôt vers l'utilisation par les personnes bègues, de stratégies s'appuyant sur les feedbacks pour maximiser le contrôle et la coordination des mouvements de la parole.

Le feedback auditif modifié modifierait cette dépendance et favoriserait la stabilité motrice. Malgré les hypothèses avancées, les raisons de l'amélioration sous feedback auditif altéré demeurent peu claires. Deux autres hypothèses sont formulées : l'une par Howell (2004), l'autre par Kalinowski & Saltuklaroglu (2003)

#### 2.3.2.3 *EXPLAN* (Howell, 2004)

La planification (PLAN) et l'exécution (EX) fonctionnent, selon cette théorie, de manière autonome et indépendante et reflètent respectivement les niveaux linguistique et moteur. Le feedback auditif altéré aurait un effet sur les processus temporels affectés à la planification et à l'exécution. L'amélioration serait essentiellement due à un traitement de bas-niveau. Les conditions de feedback auditif altéré permettraient de synchroniser la planification et l'exécution et donc amélioreraient la fluence.

#### 2.3.2.4 *Théorie des neurones miroirs*

Selon Kalinowski & Saltuklaroglu (2003), l'efficacité du AAF tient dans l'utilisation d'un second signal de parole, qui, même s'il est obtenu à partir de la voix du locuteur, imite les effets du choral speech. L'altération du feedback auditif aide à faire le lien entre la perception et la production de la parole grâce à l'activation du système des neurones miroirs. Le système des neurones miroirs permettrait l'habileté imitative des humains (Arbib et al., 2000 ; Arbib, 2001; Rizzolatti & Arbib, 1998 ; Williams et al., 2001). Ces neurones sont appelés « miroirs » parce qu'ils s'activent à la fois lors d'une action et lors de la perception de cette action. Ils représenteraient les substrats neuronaux liant la perception et la production de la parole (Rizzolatti & Arbib, 1998). Ces facultés imitatives sont primordiales pour le développement

moteur en général et plus particulièrement pour celui de la parole (Kuhl, 2000) durant les premières étapes du développement. L'action des neurones miroirs permet des séquences motrices de gestes de parole répliquées de manière fidèle et fluide chez le jeune enfant. Puis avec l'âge, la dépendance au système des neurones miroir diminue. Et c'est à ce moment-là que le bégaiement apparaît si l'enfant y était prédisposé. Finalement, cette vision donne une toute autre dimension aux disfluences, notamment aux répétitions qui ne sont plus considérées comme des échecs mais comme des tentatives d'imitation pour activer le système des neurones miroir, et favoriser une parole fluente. Selon les auteurs, ce n'est pas une coïncidence si les premiers symptômes du bégaiement sont sans tension, de nature répétitive, et imitative.

Plus tard, le système des neurones miroirs est activé soit pour l'apprentissage d'une nouvelle séquence de gestes soit pour faciliter des séquences gestuelles qui seraient prêtes à échouer. Les auteurs pensent que le choral speech favorise cette dernière affirmation. « Quand une personne qui bégaye parle à l'unisson avec une autre, une imitation directe des gestes de la parole est mise en place et permet à ces gestes d'être répliqués de manière fluide » (Kalinowski & Saltuklaroglu, 2003, p344).

### **3 Les autres feedback sensoriels**

Le feedback kinesthésique est pensé comme déficitaire chez les personnes qui bégayent (Loucks & De Nil, 2006a, 2006b).

Le feedback visuel, quant à lui pourrait représenter une aide pour la fluence des personnes qui bégayent. Kalinowski et al. (2000) montrent que le bégaiement est réduit de 80% lorsque les personnes qui bégayent sont soumises au *visual choral speech*. Dans l'étude, les personnes bègues récitent un texte de mémoire tout en portant leur attention sur les mouvements des lèvres et de la face d'une personne en face d'eux qui articulent silencieusement le même texte. Cette efficacité est retrouvée par Saltuklaroglu et al. (2004). Ces derniers montrent que l'inhibition du bégaiement est meilleure si le second signal de parole est cohérent avec ce que prononce le locuteur bègue. Un signal visuel sans lien avec ce que dit le locuteur (gestes articulatoires de la voyelle /a/ ou des trois voyelles /i-a-u/, sans le son) n'a pas d'impact sur la réduction du bégaiement (Guntupalli et al., 2011).

Ce chapitre nous a permis de constater que le feedback auditif joue un rôle différent chez les personnes fluentes et les personnes qui bégaiement. Plutôt déstabilisant pour les premiers, il participe à améliorer la fluence chez les seconds. La grande majorité des études se sont intéressées à l'effet des altérations du feedback auditif sur le taux de disfluences. Il en ressort que chez la plupart des sujets, l'amélioration de la fluence est présente mais cette amélioration est variable d'un sujet à l'autre, dépendante de la tâche de parole, du type d'altération, éventuellement de la consigne donnée et de la sévérité du bégaiement. Encore peu d'études se sont intéressées à l'effet des altérations du feedback auditif sur les aspects moteurs de la parole. Il semble que l'altération du feedback auditif participe à stabiliser le système moteur. La compréhension des mécanismes en jeu lors des modifications du feedback auditif n'est toutefois pas encore claire.

Etudes	App commercialisé	Protocole	Tâches proposées				Mesures Prises		réglages		Variabilité	Résultats
			C°	M	L	V Q	Dfl	autre	Défaut	indiv		
Howell et al. 1987	NON	9 AQB débit normal et rapide							FAF DAF			Bégalement réduit sous AAF aux deux vitesses de parole. Donc amélioration sous AAF pas directement dépendante du ralentissement du débit qu'elle peut entraîner.
Kalinowski & Saltukloroglu (2003)		Article théorique										Arguments en faveur d'une explication de l'amélioration de la fluence par le choral speech, et dérivés : activation des neurones miroirs AAF : forme électronique du choral speech : fonctionne comme un second signal de parole
Stuart et al. 2004	SE	7 AQB (1ere expe) 8 AQB (2eme expe) évaluation avant et après 4 mois de port de l'appareil									Pas de données individuelles	Effet de la tâche : plus d'amélioration en lecture qu'en monologue 2 évaluations : au début des 4 mois et à la fin : résultats similaires : maintien de l'efficacité durant le temps de port
Armson et al. 2006	SE	13 AQB utilisation app avec et sans consigne de prolonger une voyelle										Amélioration en fonction des tâches : Lecture > Monologue > Conversation Niv de bégalement post-port d'app. Légèrement < au niveau pré-port d'app. (mais très variable selon individus) Données de groupe : + de réduction dans cond° <i>app+consigne</i> que dans cond° <i>app sans consigne</i> Données individuelles : beaucoup de variabilité par rapport au bénéfice de cette consigne
O'Donnel et al. 2008	SE	7 AQB 16 semaines de port de SE										Globalement, amélioration maintenue le temps du port de l'app. + after -effect
Antipova et al. 2008	Pocket Speech Lab	8 AQB 8 réglages de AAF testés 1 cond° contrôle 8 cond° test							Octave 0 +1/5 -1/3 -1/2 0 +1/5 -1/3 -1/2	Ms 50 50 50 75 75 75 75		Globalement, toutes les conditions diminuent le bégalement. Mais différence dans la diminution en fonction des conditions En moy, réglages optimaux : 75ms de délai 75ms ;+ 1/2 octave Pas d'influence de la condition de la sévérité du bégalement
Kalinowski et al. 2000	NON	AQB							Visual Speech	Choral		Amélioration de la fluence
Pollard et al. 2009	SE	11 AQB port pendant 4 mois										Amélioration maintenue
Hargrave et al. 2009	NON	12 AQB 5 cond° de AAF vitesse Normale et rapide							Octaves : +1/2 +1 -1/2 -1			➤ du bégalement dans ttes les cond° ➤ sous NAF < autres cond° le ralentissement n'explique pas l'effet du AAF

									NAF			
Saltuklaroglu et al. 2009						☐		☐	NAF 4 cond°AAF choral speech			Choral speech = meilleur facteur éliminant le bégaiement AAF moins performant à l'initiation de la parole d'où idée de demander de produire une voyelle prolongée
Foundas et al. 2013	SE	14 AQB et 14 A.fluents cond°labo test effet de l'oreille Gauche ou droite	☐	☐	☐			☐	Ligne de base (rien) NAF 60ms/+500Hz	☐	☐	Réglages personnalisés : meilleure amélioration que pour les réglages par défaut Effet de l'oreille uniquement en conversation Plus d'effet chez les plus sévères.
Chon et al. 2013	NON	62 Adultes fluents							DAF 250ms NAF (FB simplement amplifié)		☐	Chez A. fluents augmentation des disfluences et des erreurs, et diminution du débit. La sensibilité au DAF est très variable ce qui laisse supposer l'existence de sous-groupes.
Gallop & Runyan 2013	Speech Easy	11 AQB conversation avec et sans l'app. <i>DeviceCond°</i> : voir si l'appareil maintient son amélioration dans le temps <i>NoDeviceCond°</i> : voir s'il existe un after effect						☐	DAF 150ms FAF + 500Hz			But= évaluer efficacité du SE sur le long terme L'app. permet le maintien de l'amélioration tant qu'il est porté sur une durée de 5 ans Lorsqu'il est retiré : moins de bégaiement que sans app au départ de l'étude, donc after-effect, selon les auteurs...

Tableau 15 : Tableau récapitulatif. C (Conversation), M (Monologue), L (Lecture), VQ (Vie Quotidienne), Dsf (Disfluences), SE (Speech Easy)

#### **4 Ponts entre la recherche et la clinique**

Ces réflexions sont faites sur la base des deux derniers chapitres. La première concerne un test moteur mis en place par l'équipe de Peters. La seconde concerne l'application clinique de la modification des feedbacks auditifs.

Actuellement, l'évaluation clinique se base essentiellement sur la quantification des disfluences perçues. Des mesures cinématiques, physiologiques et acoustiques ne sont pas prises et ne sont l'objet que de recherches en parole. Pourtant, Peters et al., (2000) évoquent la mise en place et l'utilisation d'un test moteur de parole applicable à la clinique. Ils proposent un test relativement rapide permettant d'enregistrer l'activité EMG des lèvres et du larynx, le mouvement des cordes vocales, le comportement respiratoire, et le signal acoustique de parole. Le but du test est d'évaluer les stratégies individuelles des personnes qui bégaiement dans des conditions perturbantes et non perturbantes pour leur parole. Cela permet en effet d'identifier les facteurs qui contribuent à l'échec du système de parole et de proposer des exercices en fonction. Ils évaluent le temps de planification en mesurant des temps de réaction sur des tâches de lecture. Ils proposent aussi une tâche dans laquelle il est demandé au sujet d'augmenter graduellement son débit de parole. Cela permet de détecter le moment auquel le système moteur échoue et le type de désorganisation qui a lieu. Enfin, ils proposent une tâche au sein de laquelle la complexité articulatoire est plus ou moins grande (mots simples et/ou longs vs mots longs et/ou complexes). En France, dans la pratique libérale, ce champ d'application reste difficile. Néanmoins les tests de variation de débit et de complexité articulatoire pourraient être faits en quantifiant les disfluences. Des prises de temps de réaction, des mesures de l'activité EMG pourraient être faites mais plutôt en milieu hospitalier étant donné le matériel nécessaire.

En termes d'applications cliniques, il est conseillé d'utiliser les altérations du feedback auditif perturbé en parallèle techniques de fluences classiques (Kalinowski & Saltuklaroglu, 2005 ; Stuart et al., 2004). En effet, même si l'utilisation du AAF peut constituer une précieuse aide dans l'amélioration de la fluence, il paraît judicieux de ne pas rendre le patient complètement dépendant d'un appareil d'où l'importance de proposer l'ensemble des techniques qui existent à la fois comportementales et sensorielles, même si les techniques comportementales sont fastidieuses. Bien que certaines études montrent un maintien de l'amélioration après retrait de l'appareil (Gallop & Runyan, 2012), à ce jour aucune recherche ne prouve que l'utilisation des feedbacks auditifs modifiés permette la guérison du bégaiement (Armson et al., 2006).

# Chapitre 5

---

Résumé des chapitres théoriques et problématique



Nous présentons ci-dessous un résumé des différents points importants relevés dans les chapitres précédents. La revue de la littérature a été difficile car les études recouvrent de nombreux domaines. Nous essayons d'en faire la synthèse. Puis nous exposons la problématique.

## CHAPITRE 1

Ce chapitre pose le bégaiement dans un cadre général. Il nous permet de montrer son aspect multi-factoriel. C'est un trouble dépendant de facteurs génétiques, environnementaux, émotionnels, mais aussi de facteurs langagiers et sensori-moteurs. Le modèle multifactoriel de Smith (1999) montre l'importance de ne pas s'attacher uniquement aux disfluences si l'on veut correctement décrire et comprendre le bégaiement. Enfin, ce chapitre met en avant le lien entre le bégaiement et les compétences langagières et plus précisément le lien entre le bégaiement et les compétences phonologiques.

## CHAPITRE 2

La nature du lien entre les compétences phonologiques et le bégaiement reste indéfinie. Chez l'enfant qui bégaié, lorsque les mesures sont prises à un macro-niveau (disfluences, erreurs de production), les études longitudinales montrent avec prudence une possible interaction entre un trouble phonologique et la chronicisation du bégaiement. Les autres études (Louko et al., 1990 ; Wolk et al. 1993 ; Yaruss & Conture, 1996 ; Gregg & Yairi, 2007) montrent que la relation entre le bégaiement et le trouble phonologique est plutôt de nature concomitante. Une étude (Wolk et al., 2000) cependant, relève un lien entre les erreurs phonologiques, la complexité phonologique et les disfluences chez l'enfant qui bégaié. Lorsque les mesures sont prises à un micro-niveau (temps de réaction, mesures électrophysiologiques), des lacunes au niveau de l'encodage phonologique sont mises en évidences (en dehors de la présence d'un trouble phonologique associé).

Chez l'adulte, les disfluences semblent influencées par la complexité phonologique. Ce constat est fait dans différentes langues. En revanche, l'encodage phonologique n'est pas trouvé comme étant lacunaire.

## CHAPITRE 3

Ce chapitre a permis de détailler les manifestations phonétiques du bégaiement et notamment le comportement coarticulatoire. Une très grande disparité et une grande variabilité des résultats sont trouvées à la fois chez les adultes et chez les enfants qui bégaié. Par ailleurs, les capacités motrices des personnes bègues ne seraient pas déficitaires, mais « limitées ». Ainsi, elles seraient

sensibles aux conséquences des perturbations du système moteur de la parole. Les différences entre les personnes qui bégaièrent et les personnes fluentes, en termes de capacités motrices, seraient essentiellement révélées par des facteurs de déstabilisation, notamment, par la complexité de la tâche et en particulier par la complexité phonologique. La disparité et la variabilité observées au niveau des résultats sur la coarticulation peuvent trouver une explication dans cette théorie des capacités motrices *limitées*, dans la nature continue de la fluence, ainsi que dans la mise en œuvre de stratégies compensatoires.

## CHAPITRE 5

La modification du feedback auditif a un pouvoir améliorant chez un certain nombre de personnes bègues. Il n'existe pas de réglage optimal qui fonctionnerait pour tous, mais le pouvoir améliorant est relativement large. L'amélioration est également présente en parole fluente puisque sous AAF, un gain de stabilité dans la parole des personnes qui bégaièrent est trouvé. Cependant, il existe une grande variabilité des effets.

### PROBLEMATIQUE

La coarticulation dans la parole des personnes qui bégaièrent reste un domaine de recherche à part entière tant les résultats des différentes études ont du mal à converger. Les études conduites jusque-là ont été principalement menées auprès de populations anglophones. Pourtant la langue joue peut-être aussi un rôle dans le bégaiement. Nous avons donc choisi d'étudier la coarticulation en parole fluente, chez des personnes bègues Français et Italiens, en les comparant à leurs homologues fluents. Deux conditions sont testées :

#### *La complexité phonologique*

Etant donné que, dans le domaine du contrôle moteur, il est montré que les différences entre les personnes qui bégaièrent et les personnes fluentes apparaissent essentiellement quand le système moteur est soumis à un facteur déstabilisant, nous avons choisi d'étudier l'adaptation du comportement coarticulatoire lorsque la complexité phonologique augmente.

La notion de complexité est liée à celle de fréquence et de coût articulatoire. Une façon d'étudier séparément leur impact est d'étudier la production de séquences phonologiques identiques dans deux langues différentes pour lesquelles les fréquences d'apparition de ces syllabes diffèrent.

### *Le feedback auditif*

Le feedback auditif est un facteur améliorant dont les effets sont très peu étudiés chez les personnes qui bégaièrent sur des mesures autres que les disfluences. Nous avons donc également voulu analyser son impact sur le comportement coarticulatoire des personnes qui bégaièrent.

Outre les mesures coarticulatoires, nous voulons également étudier l'impact de ces deux conditions sur les disfluences ainsi que sur d'éventuelles erreurs et/ou phénomènes de lénition dans les deux langues.

Enfin, le rôle de la complexité phonologique sur l'apparition des disfluences nous a questionné. L'équipe de Howell a conduit plusieurs recherches dans différentes langues qui tendent à montrer une influence tardive de la complexité phonologique. Très peu d'études montrent une influence de la complexité chez les enfants qui bégaièrent. Nippold (2002) suggère que les résultats montrant que la parole des enfants bègues n'est pas influencée par la complexité phonologique, sont peut-être biaisés par un problème méthodologique. La plupart des études qui ne trouvent pas de lien, analysent la parole spontanée des enfants. Même si cette méthodologie est sans aucun doute la meilleure d'un point de vue écologique, il est possible que spontanément, les enfants ne produisent pas de mots qui commencent de manière complexe. Ainsi, nous avons voulu, dans une tâche plus contraignante que celle de la parole spontanée, analyser l'impact de la complexité phonologique sur la parole des enfants et des adultes bègues français.

# Chapitre 6

---

## Méthodologie

## **1 Les participants**

### **1.1 DESCRIPTION DE LA POPULATION**

Nous avons recruté 83 personnes pour cette étude :

- 39 Italiens
- 42 Français

Dans chacune des langues, nous avons enregistré des personnes bègues et des personnes fluentes, enfants et adultes. La répartition est la suivante :

	Adultes				Enfants			
	Fluents		Bègues		Fluents		Bègues	
	M	F	M	F	M	F	M	F
Français	8(33)	2(30)	11(30)	1(31)	5(8)	7(9)	7(8)	1(6)
Italiens	4 (33)	6 (46)	5 (39)	6 (28)	4 (8)	6(9)	6(9)	2(10)

**Tableau 16 : Répartition du nombre de sujets avec la moyenne d'âge entre parenthèses, en fonction de leur langue, et de leur fluence.**

Chez les Français, nous avons enregistré 12 adultes qui bégayaient mais 2 n'ont finalement pas été inclus dans l'étude en raison de pathologies associées au bégaiement. Pour les Italiens, les personnes fluentes et bègues ont été recrutées avec l'aide du Dr Claudio Zmarich (chercheur, CNR - Istituto di Scienze e Tecnologia della Cognizione (ISTC) Sede di Padova), de Daria Balbo (orthophoniste) et du Centro Medico di Fonatria (CMF). Les enregistrements se sont déroulés soit à l'ISTC, soit au CMF, soit au domicile des personnes. Pour les Français, les personnes qui bégayaient ont été sélectionnées dans différents cabinets d'orthophonie. Les personnes fluentes ont été sélectionnées au sein de nos connaissances. Les enregistrements se sont déroulés à mon cabinet ou au domicile des personnes. Les personnes bègues françaises et italiennes ont toutes été diagnostiquées par des orthophonistes expérimentées dans l'évaluation et la prise en charge du bégaiement.

Aucune des personnes incluses dans l'étude ne présente de trouble de l'audition, trouble du langage/parole ou trouble neurologique.

### **1.2 PRISE EN CHARGE ET POST-PRISE EN CHARGE**

Tous les enfants bègues enregistrés, Français et Italiens, étaient en cours de prise en charge. Pour les adultes bègues italiens, tous les participants n'ont pas eu de prise en charge depuis plus de 5 ans. Pour les adultes bègues français qui ont été inclus dans l'étude, 8 étaient en prise en

charge au moment de l'expérimentation, et 2 ne l'étaient pas depuis plus de 5 ans, 4 ne l'étaient pas depuis moins de 5 ans.

Au sein des adultes bègues français, la population n'est pas homogène en termes de prise en charge. Certains sont en cours de prise en charge, d'autres ont eu une prise en charge il y a plusieurs années. Certaines études ne sélectionnent que des patients qui n'ont pas été pris en charge depuis au moins 2 ans ou au moins 5 ans. Ainsi, pensent-ils analyser un bégaiement non biaisé ou le moins possible, par une prise en charge. Pourtant le temps de post-prise-en-charge, ne garantit pas une telle absence de biais. A partir du moment où la personne a appris et applique les techniques de fluence, nous ne sommes plus face à un bégaiement « pur ». Il est même probable que la personne qui ne va plus voir d'orthophoniste depuis 5 ans soit plus habile à utiliser les techniques de fluence que celle qui est en cours de prise en charge. Chacun développe des stratégies en appliquant celles enseignées par les orthophonistes et en appliquant également des stratégies qui lui sont propres. Ces stratégies s'intègrent peu à peu à la parole. D'abord utilisées de manière consciente et volontaire, elles peuvent finir par être utilisées de manière quasiment automatique et inconsciente. Ainsi, dans la sélection de notre population adulte, le temps de prise en charge ne nous a pas semblé être un critère prioritaire.

## 2 Corpus

Le tableau ci-dessous permet de montrer les différentes tâches de parole réalisées par les personnes italiennes et françaises, en fonction des conditions perceptives.

Cond° Percept.		SR				AAF			
		Disc. Sp.	Lect.	Répétit°	Image	Disc. Sp.	Lect.	Répétit°	Image
Italiens	adultes	□	□	■		□	□	■	
	enfants	□		■		□		■	
Français	adultes	□	□	■	□	□	□	■	□
	enfants	□		■	□	□		■	□

Tableau 17 : Ensemble des tâches de parole réalisées par les participants italiens et français, dans les deux conditions perceptives (SR : Sans Retour auditif modifié ; AAF : Altered Auditory Feedback). La tâche de répétition permet une étude cross-linguistique (en gris foncé). La tâche de description d'image permet une étude uniquement en français (en gris clair).

Les participants réalisent en une seule session 4 tâches de parole :

- Discours spontané et lecture de texte
- Tâche de répétition de syllabes
- Tâche de description d'image (pour les participants français uniquement).

Les 4 tâches sont réalisées 2 fois : une première fois dans des conditions perceptives normales (SR), une seconde fois sous feedback auditif modifié (AAF). Ainsi, nous avons réalisé une étude cross-linguistique grâce à la tâche de répétition et une étude uniquement en français pour la tâche de description d'image.

Un enregistrement complet dure entre trois quarts d'heure et une heure selon la réalisation ou non de l'épreuve de description d'image. Nous avons donc un corpus total d'environ 70 heures d'enregistrement.

L'enregistrement des personnes fluentes se fait en audio. Celui des personnes qui bégaiement est réalisé à la fois en vidéo et en audio afin de pouvoir désambiguïser certains moments de disfluences notamment les blocages qui apparaissent sous forme de silence sur l'enregistrement audio, et pour pouvoir coter la sévérité du bégaiement à l'aide du SSI-3 qui tient compte des manifestations physiques associées au bégaiement.

## **2.1 DISCOURS SPONTANÉ ET LECTURE DE TEXTE : COTATION DE LA SEVERITÉ DU BEGALEMENT**

Ces deux tâches de parole sont réalisées en premier. Elles permettent de mettre à l'aise le participant. Pour les personnes qui bégaiement, elles servent de support pour coter la sévérité du bégaiement grâce au Stuttering Severity Instrument for Children and Adults-3rd edition (SSI-3, Riley, 1994).

Le SSI-3 est un test qui permet d'évaluer la sévérité d'un bégaiement. La cotation se fait à partir d'une tâche de parole spontanée et d'une lecture de texte pour les lecteurs, uniquement à partir de la tâche spontanée de parole pour les non-lecteurs. Trois scores sont attribués. Le premier est un score basé sur le calcul du pourcentage de disfluences ((nombre de syllabes bégayée/nombre total de syllabes du corpus)\*100) ; le second est un score établi en fonction de la durée des trois disfluences les plus longues ; enfin le troisième est un score attribué en fonction des manifestations physiques concomitantes au bégaiement (mouvements de la tête, fuite du regard, mouvements des mains, des pieds...). La somme de ces trois scores donne un score total qui permet de définir un bégaiement très léger (TL), léger (L), modéré (M), sévère (S) et très sévère (TS).

## **2.2 ETUDE CROSS-LINGUISTIQUE : TÂCHE DE RÉPÉTITION DE SYLLABES**

Les participants Français et Italiens doivent répéter des syllabes, incluses dans des phrases porteuses. Ces syllabes sont de plusieurs types :

- Répétition de voyelles isolées dans des phrases de type : « a comme abricot » (version française), « a come Ancona » (version italienne). Les voyelles sont /a, i, u, e, o/.

Chaque phrase est répétée 5 fois de manière aléatoire. Pour les Français, les voyelles isolées sont incluses dans les phrases suivantes :

- « a comme abricot »
- « o comme automobile »
- « i comme hibou »
- « u comme oubli »
- « e comme étoile »

Pour les Italiens, les phrases sont les suivantes :

- « a come Ancona »
- « e come Empoli »
- « i come Imola »
- « o come Otranto »
- « u come Udine »

- Répétition de syllabes comprenant une ou plusieurs consonnes associée(s) à une voyelle. Les syllabes choisies sont

Simple : /CV/, où C = /b, d, g/ et V = /a, i, u/

Complexes : /CrV/, /sCV/, /sCrV/, où C = /b, d, g/ et V = /a/

Pour les Français, la phrase porteuse est « *je dis SYLLABE puis SYLLABE puis SYLLABE* ».

Pour les Italiens, la phrase porteuse est « *Dico SYLLABE poi SYLLABE poi SYLLABE* ».

Les personnes prononcent les mêmes syllabes dans les deux langues. Toutefois, la prononciation varie d'une langue à l'autre pour certains phonèmes. En italien, la sibilante précédant une consonne voisée /b, d, g/ est toujours voisée alors que ce n'est pas souvent le cas en français. Une autre différence articulatoire concerne le lieu d'articulation du /r/, alvéolaire pour les Italiens, uvulaire pour les Français.

Pour les enfants, la version est allégée. Les syllabes-cibles /CrV/ et /sCrV/ sont supprimées du protocole.

### **2.2.1 Utilité de l'étude cross-linguistique**

L'étude cross-linguistique nous permet de croiser les effets de la fréquence et du coût articulatoire. En effet, cette étude nous permet de faire prononcer des syllabes dont le coût articulatoire est presque identique dans les deux langues (hormis les deux différences



articulatoires mentionnées ci-dessus), et la fréquence est parfois la même (la syllabe est fréquente dans les deux langues), parfois opposée (la syllabe /sba/ est par exemple rare en français et fréquente en italien (cf paragraphes ci-après). Si un impact de la complexité est trouvé, le croisement des deux langues permet de différencier l'impact de la complexité articulatoire de celui de la fréquence.

## 2.2.2 *Sélection des syllabes*

Nous avons sélectionné des syllabes respectant la phonotactique des deux langues en nous référant à Crouzet (2000) pour le français, et à Hall (1944) et à Stella & Job (2001) pour l'italien. Ces syllabes sont variables en fréquence et en complexité articulatoire.

### 2.2.2.1 *La complexité articulatoire*

Au niveau de la complexité articulatoire, nous avons hiérarchisé les syllabes en fonction de leur structure (Jakielsky 1998 ; Rousset, 2004) :

$$CV < sCV \quad CrV < sCrV$$

### 2.2.2.2 *La fréquence*

Etant donné que, dans la parole bègue, les disfluences ont largement tendance à tomber sur les syllabes initiales, nous avons relevé les fréquences des bigrammes ou trigrammes (des syllabes-cibles) lorsque ceux-ci se trouvent en position initiale de mot. Pour la fréquence des CrV/sCV et sCrV initiaux, nous nous sommes appuyés sur les bases : lexique.2 (New et al., 2001) pour le français ; et de Stella & Job (2001) pour l'italien. Le détail des deux bases de données et la méthode pour définir la fréquence sont résumés dans le tableau ci-après :

CORPUS ITALIEN (Stella & Job, 2001)	CORPUS FRANÇAIS Lexique 2, Frantext/ surface2
Corpus écrit issu de livres, journaux, textes scientifiques	Corpus de textes littéraires entre 1950 et 2000
Environ 12 millions d'items (toutes les occurrences comptées)	Environ 31 millions d'items (toutes occurrences comptées)
= environ 244000 mots	= environ 246000 mots
Après filtrage 11 829 308 items 143 970 mots différents	Après filtrage : 130000 mots différents
Recherche de la fréquence des syllabes CV et clusters <b>en position initiale</b> Fréquences relevées : type et token Fréquence de token : fréquence cumulée des mots dans lesquels la séquence apparaît. Fréquence de type : nombre de mots dans lesquels apparaît la séquence.	
Normalisation en divisant par 11,8 pour avoir les fréquences par million d'occurrence	Fréquences données par million d'occurrence
Fréquences données uniquement par syllabe. Pour trouver la fréquence des bigr/trigr, addition des fréquences des syllabes contenant les bigr/trigr recherchés	
Recherche possible par position dans le mot	Recherche possible par position dans le mot

**Tableau 18 : Résumé des caractéristiques des deux corpus, italien et français.**

Les fréquences d'occurrence des syllabes en italien sont tirées d'un corpus écrit composé d'extraits de livres, journaux ou textes scientifiques. Ce corpus représente environ 12 millions d'items (lorsqu'on comptabilise toutes les occurrences : si un mot apparaît 10 fois, cela fait 10 items) qui correspondent à l'ensemble des occurrences de 244000 mots. Un filtrage est nécessaire car le logiciel permettant le dénombrement de mots ne fonctionne pas bien notamment avec les noms composés. Ainsi, après filtrage, le corpus est constitué de 143970 mots différents.

La fréquence d'occurrence des syllabes en français sont tirées d'un corpus de textes littéraires datés entre 1950 et 2000 comprenant environ 31 millions d'items, soit 246000 mots, et après filtrage, 130000 mots.

Deux types de fréquence d'occurrence sont donnés : *type* et *token*. La fréquence de *type* correspond au nombre de mots dans lesquels la séquence ou la syllabe apparaît. Dans la base italienne, les fréquences d'occurrence des séquences sont données sur l'ensemble des 11,8 millions d'items. La fréquence de *token* se définit comme étant la fréquence cumulée des mots dans lesquels la syllabe ou la séquence apparaît. Dans la base française, elles sont données par million d'items. Ainsi, pour avoir des fréquences comparables entre les deux langues, nous avons normalisé les valeurs fréquentielles italiennes en les divisant par 11,8 afin d'obtenir une fréquence d'occurrence donnée par million d'occurrences.

Par ailleurs, dans le corpus français, il est possible de chercher les fréquences en fonction de séquences de lettres consécutives (bigrammes, trigrammes) et en fonction de la place dans le mot. Dans le corpus italien, il n'est possible de chercher que les fréquences des syllabes en fonction de la place dans le mot. Encore une fois, pour que les fréquences soient comparables en français et

en italien nous avons, pour l'italien, additionné les fréquences des syllabes commençant par le même bigramme ou trigramme pour obtenir la fréquence d'un bigramme ou trigramme donné. Le tableau ci-après donne un exemple pour le bigramme /ba/ en italien.

	type	token
ba	553	20258
bab	8	94
bac	21	261
baf	7	178
bag	2	3
bah	0	0
bal	149	2777
bam	33	5250
ban	84	8305
bang	0	0
bar	145	2785
bas	25	3052
bat	155	5066
baz	8	15
<b>BA</b>	<b>1190</b>	<b>48044</b>

Tableau 19 : Fréquences d'apparition des syllabes contenant /ba/ (par 11,8 millions d'occurrences). La dernière ligne en gras représente la somme de l'ensemble des fréquences (type et token) des syllabes afin d'obtenir la fréquence d'occurrence du bigramme /ba/.

Pour déterminer la limite définissant le caractère rare ou au contraire fréquent d'une fréquence donnée, nous avons pris les mêmes limites que pour les fréquences de mots sous lexique.3 (New et al., 2001). Cette limite est définie à 20. Selon Lexique.3 (New et al., 2001), la limite de 20 fois par million d'occurrences est fréquemment utilisée pour poser la frontière entre un mot rare et un mot fréquent. Nous avons choisi de tracer la courbe des fréquences pour les mots afin de nous rendre compte de la position de la limite à 20 dans cette courbe. Ensuite, nous avons tracé la courbe des fréquences pour les syllabes et avons cherché une limite similaire au « tournant » de cette courbe. Cette limite se trouve aussi à 20 fois par millions d'occurrences.

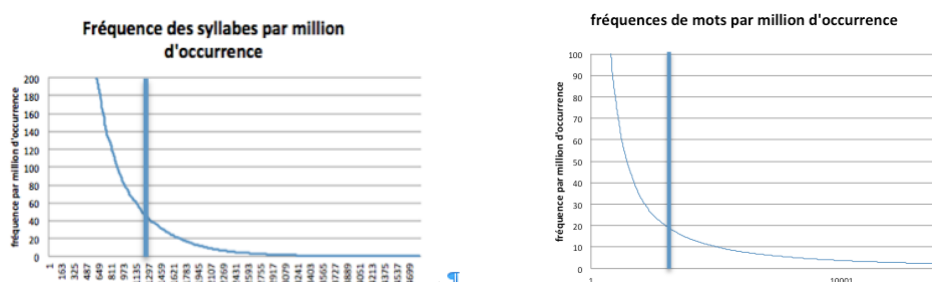


Figure 14 : Fréquences (par million d'occurrences) des syllabes (Lexique.3) (à gauche) et des mots (à droite)

Le tableau ci-après présente les syllabes-cibles avec leur fréquence de type (nombre de mots dans le lexique contenant la séquence) et leur fréquence de token (fréquence cumulée des mots dans lesquels la séquence apparaît)

	Français		Italien		
	type	token	type	token	token normalisé /11,8
ba	1513	2441	1190	48044	4071
bi	644	2706	740	18710	1585
bu	737	1427	349	5682	481
da	302	8133	310	62154	5267
di	1746	7397	3746	162531	13773
du	164	943	166	38288	3244
ga	857	1588	513	11381	964
gi	135	153	<b>34</b>	<b>181</b>	<b>15</b>
gu	193	323	54	1834	155
sg	<b>0</b>	<b>0</b>	250	909	77
sd	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>49</b>	<b>218</b>	<b>18</b>
sb	<b>2</b>	<b>0,93</b>	506	3782	320
br	1092	1930	569	14272	1209
dr	268	854	144	3435	291
gr	1159	3658	729	50265	4259
sbr	<b>0</b>	<b>0</b>	121	377	31
sdr	<b>0</b>	<b>0</b>	45	265	22
sgr	<b>0</b>	<b>0</b>	111	483	40

Tableau 20 : Fréquences de type et de token (en million d'occurrences) pour les syllabes-cibles, pour le Français et l'Italien (normalisé ).

Apparaissent en gris foncé les séquences de fréquence rare, et en gris clair les séquences de fréquence élevée.

### 2.3 ETUDE EN FRANÇAIS : LA TÂCHE DE DESCRIPTION D'IMAGE

Cette tâche n'a été faite que par les Français.

L'image a été réalisée en format A4 par Marie Serre, architecte. Elle est présentée ci dessous :



Figure 15 : Image réalisée par Marie Serre pour la tâche de description d'image.

Elle est conçue pour répondre à plusieurs buts.

- Le premier est de faire prononcer à la personne décrivant l'image, des mots-cibles, dont la syllabe initiale varie en complexité articulatoire. **L'objectif est de voir si les disfluences, en français, sont influencées par la complexité initiale des mots.** Ainsi, nous avons préalablement établi une liste de mots fréquents en français, dont l'initiale peut être une voyelle /V/, une syllabe simple /CV/, une syllabe comportant un cluster de type /CCV/.
- Le second est de mettre la personne dans une situation qui se rapproche le plus possible du dialogue. L'idée n'est pas que les personnes fassent une description « lisse » de l'image. Nous souhaitons que leur parole soit produite dans une situation proche de l'échange spontané entre deux personnes, afin de les placer dans une condition relativement écologique. Ainsi, l'image est de type humoristique et suscite des commentaires, des questions de la part de celui qui la décrit. La personne n'est donc pas invitée à simplement décrire l'image, mais également à interagir avec l'examineur qui peut poser des questions, rebondir, échanger avec le locuteur.

Le tableau suivant présente les mots-cibles que la personne doit prononcer.

/V/ à l'initiale du mot	/a/ hamac abeille araignée	/e/ étoile de mer épée éponge	/i/ ile
	/o/ oranges	/u/ outils	
CV à l'initiale du mot	/b/ bouteille bouée ballon baleine bar	/d/ douche dame dauphin	/g/ guitare gars garçon
	/p/ 	/t/ table	/k/ coeur
Clusters à l'initiale du mot	/p/ planche (de bois) plat plage	/t/ trajet trou trousse	/k/ clou cravate crevette clé (outils)
	/b/ briquet bretelles bracelet bleu blonde blanc bras	/d/ drapeau	/g/ glace grosse (abeille) gris (couleur du bar)
	/f/ fruits frisés	/s/ stand	

Tableau 21 : Tableau présentant l'ensemble des mots-cibles présents dans l'image.

Au moment de la passation, l'examineur dispose d'une fiche récapitulant l'ensemble des mots-cibles. Il les coche au fur-et-à-mesure de la description, afin d'être certain que la totalité des mots a été prononcée. Lorsque la personne en oublie, l'examineur sollicite les réponses de la personne en posant des questions. Certains, moins fréquents (« hamac », « bar », « briquet »), ne sont pas attendus chez les enfants. Les fréquences des mots-cibles sont données en annexes.

### **3 L'expérimentation :**

Durant les tâches de parole, il a été demandé aux personnes qui bégayaient de ne pas appliquer spécifiquement les techniques de fluence qui ont pu leur être enseignées. Toutefois, comme nous l'avons mentionné, nous sommes conscients que ces techniques apprises (ou d'autres que les personnes ont trouvées seules) ont pu quand même être utilisées de manière inconsciente par ceux qui ont pris l'habitude de les pratiquer.

Les sujets, enfants et adultes, bègues et fluents, réalisent les tâches de parole dans deux conditions de feedback auditif :

- condition perceptive normale : SR (Sans Retour modifié)
- condition perceptive perturbée : AAF (Altered Auditory Feedback)

#### **3.1 LES CONDITIONS D'ENREGISTREMENT, MATÉRIEL ET PROGRAMMATION :**

##### ***3.1.1 Les conditions et matériel d'enregistrement***

Les personnes sont assises face à l'examineur, dans une salle aussi calme que possible. Les enregistrements sont à la fois audio et vidéo. Les enregistrements audio sont faits grâce à un microphone professionnel AKG C1000S, relié à un enregistreur PMD Marantz. L'expérimentation est conçue grâce au logiciel E-Prime pour délivrer les phrases stimuli, et par le logiciel Max/msp pour la modification du retour auditif. Sous AAF (Altered Auditory Feedback= retour auditif modifié), le sujet, par l'intermédiaire d'écouteurs perçoit son retour auditif de manière modifiée. Ainsi, le retour modifié arrive dans les deux oreilles.

##### ***3.1.2 Les réglages de la modification du feedback auditif***

L'altération du feedback auditif est à la fois temporelle et fréquentielle. Elle est faite grâce au logiciel Max msp. Le décalage temporel est de 60 ms. Le shift fréquentiel correspond à une aggravation de 40% de la fréquence fondamentale F0 du sujet. La revue de la littérature montre que l'amélioration est atteinte dans une gamme de réglages relativement large. Nous n'avons donc pas opté pour un réglage optimal en fonction de chaque personne bègue comme certaines études

le font. Nous avons choisi le même réglage pour tout le monde. De plus, pour la comparaison des résultats, il était préférable que tous les sujets soient placés, strictement dans les mêmes conditions. Un autre argument en faveur d'un réglage identique pour tous les sujets est que l'amélioration sous AAF est plus efficace pour les tâches relativement peu impliquantes, comme une tâche de répétition (Stuart et al., 2004 ; Armson et al., 2006 ; Armson & Kiefte, 2008, Foundas et al., 2013). Ainsi, sur une tâche de répétition, comme nous le proposons dans notre protocole, l'amélioration devrait donc fonctionner pour le plus grand nombre. Toutefois, nous avons réalisé des pré-tests afin de choisir des réglages susceptibles d'être les plus confortables pour le plus grand nombre. Ainsi, avant de choisir le réglage de 60 ms de délai et 40% d'aggravation de la F0, nous avons testé différents réglages auprès de 4 patients bègues adultes.

Les réglages testés ont été :

- 60 ms de délai et aggravation de 40% de la F0
- 60 ms de délai et augmentation de 40% de la F0
- 200 ms de délai et aggravation de 40% de la F0
- 200 ms de délai et augmentation de 40% de la F0

Les tests ont été réalisés en parole spontanée (échanges avec l'orthophoniste) et lue (extrait de « Chagrin d'école » de Daniel Pennac). La préférence des 4 personnes allait vers le premier type de réglage cité, c'est donc celui-ci que nous avons finalement retenu.

Des études ont démontré que l'efficacité du AAF était améliorée lorsqu'on demandait au sujet de produire une voyelle tenue à chaque début de prise de parole afin de faciliter le déclenchement de l'appareil (Armson et al., 2006). Nous n'avons pas choisi d'utiliser un tel protocole car nous trouvons qu'il rajoute une difficulté et un caractère pénible à une tâche déjà longue et redondante.

## 3.2 SCHÉMA DE L'EXPÉRIMENTATION

### 3.2.1 Tâche de répétition



Figure 16 : Schéma de l'expérimentation pour la tâche de répétition.

La personne est assise confortablement en face de l'examineur. L'examineur a en face de lui les deux ordinateurs 1 et 2. Sur l'ordinateur 1 est installé le logiciel E-Prime qui permet de délivrer les stimuli (phrases à répéter). C'est l'examineur qui contrôle le passage d'une phrase à une autre. Sur l'ordinateur 2 est installé le logiciel Max msp qui permet la modification du feedback auditif de la personne qui réalise l'expérimentation. En condition SR, la personne enregistrée ne met que le casque et répète les phrases qui sont captées par le micro et enregistrées par l'enregistreur Marrantz. En condition AAF, la personne enregistrée met en plus du casque, des écouteurs. Dans cette condition, la parole de la personne est captée par le micro, retardée de 60 ms et abaissée de 40% au niveau de la F0 grâce au logiciel Max-msp (ordinateur 2), et redirigée dans les oreilles de la personne par l'intermédiaire des écouteurs. La personne est également filmée.



### 3.2.2 Tâche de description d'image

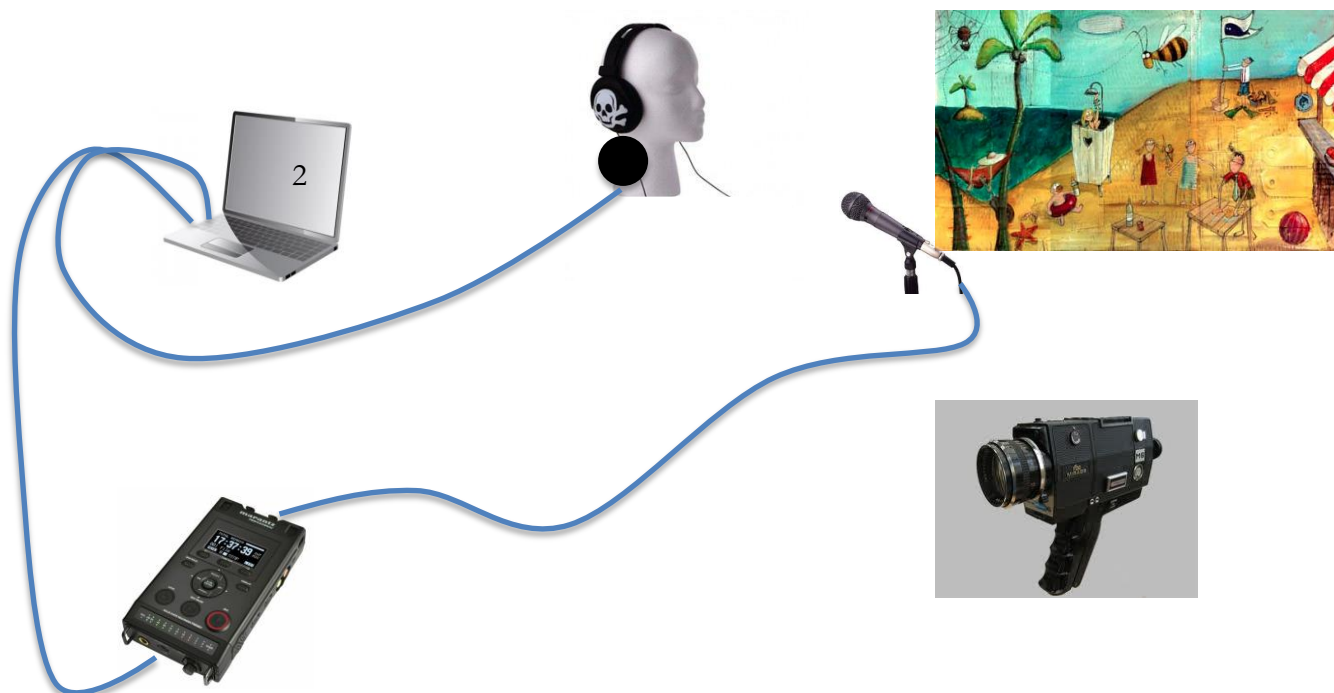


Figure 17 : Schéma de l'expérimentation pour la tâche de description d'image.

Lors de la tâche de description d'image, la parole est enregistrée sur l'enregistreur Marrantz. En condition AAF, le feedback auditif est modifié de la même manière que pour la tâche de répétition. La personne est également filmée.

## 4 Analyses acoustiques

### 4.1 RÉPÉTITION DE SYLLABES

#### 4.1.1 *Annotations*

Il n'a pas été possible d'utiliser un logiciel d'annotation semi-automatique, tel que Easy Align (Goldman, 2011). En effet, la parole disfluente, notamment chez les sujets dont le bégaiement est sévère à très sévère, donne lieu à des erreurs d'alignement bien trop nombreuses. L'enregistrement des personnes fluentes aurait pu être traité sous Easy Align (Goldman, 2011), mais dans un souci d'homogénéité du corpus, nous avons choisi de traiter tous les enregistrements de la même manière. Ainsi, toutes les annotations ont été entièrement réalisées manuellement sous Praat (Boersma & Weenink, 2012). Tout le monde a été annoté : adultes français et Italiens, enfants Français et Italiens, bégues et fluents. Cela représente un temps

d'annotation considérable puisqu'en moyenne chaque tâche de répétition durait une quinzaine de minutes. Chacune a été réalisée deux fois en condition SR et AAF, ce qui fait une trentaine de minutes de parole à annoter. Nous avons annoté l'intégralité des fichiers, enfants et adultes, bègues et fluents, Français et Italiens. Cela représente environ 14608 syllabes annotées, sans compter l'annotation des disfluences, erreurs, et phénomènes de lénition.

Comme le montre la figure 18, l'annotation comprend 5 tiers. Dans la première nommée 'type', un intervalle encadrant la phrase porteuse est créé. La syllabe y est notée orthographiquement. La seconde tier sert à annoter la voyelle. Le début est placé à la première pulsation glottique. La fin est déterminée par la fin de la structure formantique ainsi que la baisse d'intensité. Dans la troisième tier est notée la plosion. Nous notons /p/ s'il s'agit d'une plosion correctement réalisée, /f/ si nous trouvons plutôt un phénomène de lénition. Nous précisons également la présence ou non de voisement en rajoutant un /v/s'il y a voisement. Enfin les deux tiers suivantes servent à annoter les éventuelles erreurs de prononciation et disfluences. Les figures ci-après donnent des exemples d'annotations.

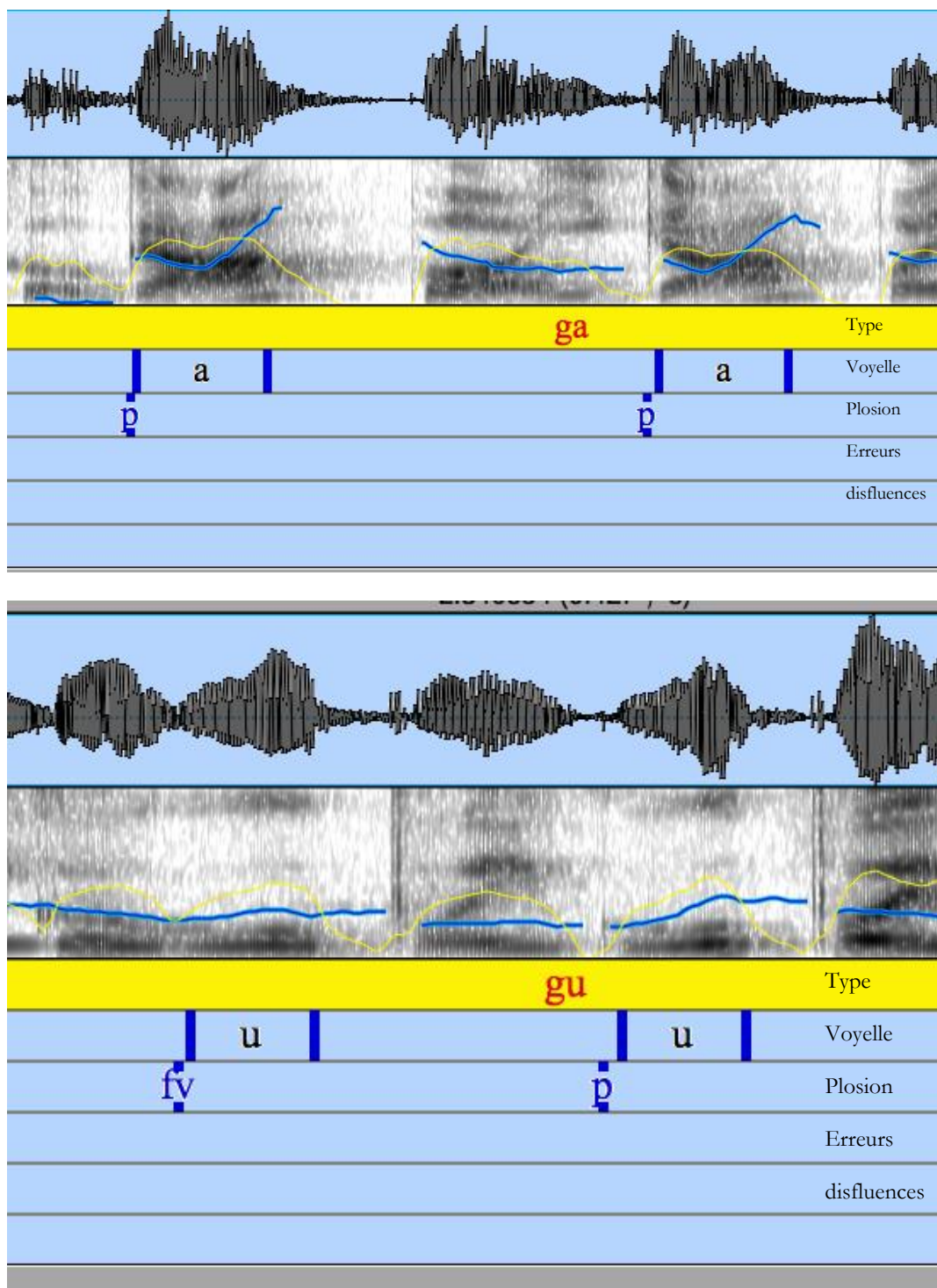


Figure 18 : Exemple d'annotation de la /ga/ (au-dessus) et /gu/ (en bas).

### 4.1.2 Mesures

Le principal objectif de cette tâche est d'observer l'éventuelle influence de la complexité articulatoire et de la fréquence des syllabes-cibles sur la parole des personnes bègues et fluentes.

Plusieurs types de mesures sont faits:

- **Les valeurs de F2**

Trois mesures sont prises le long du second formant, comme illustré sur la figure 19 :

- au début de la voyelle (première pulsation glottique ;  $F2_{\text{cons.}}$  sur le graphe ci-dessous),
- à 10% de la voyelle ( $F2_{10\%}$ ),
- et à 50% de la voyelle ( $F2_{50\%}$ ).

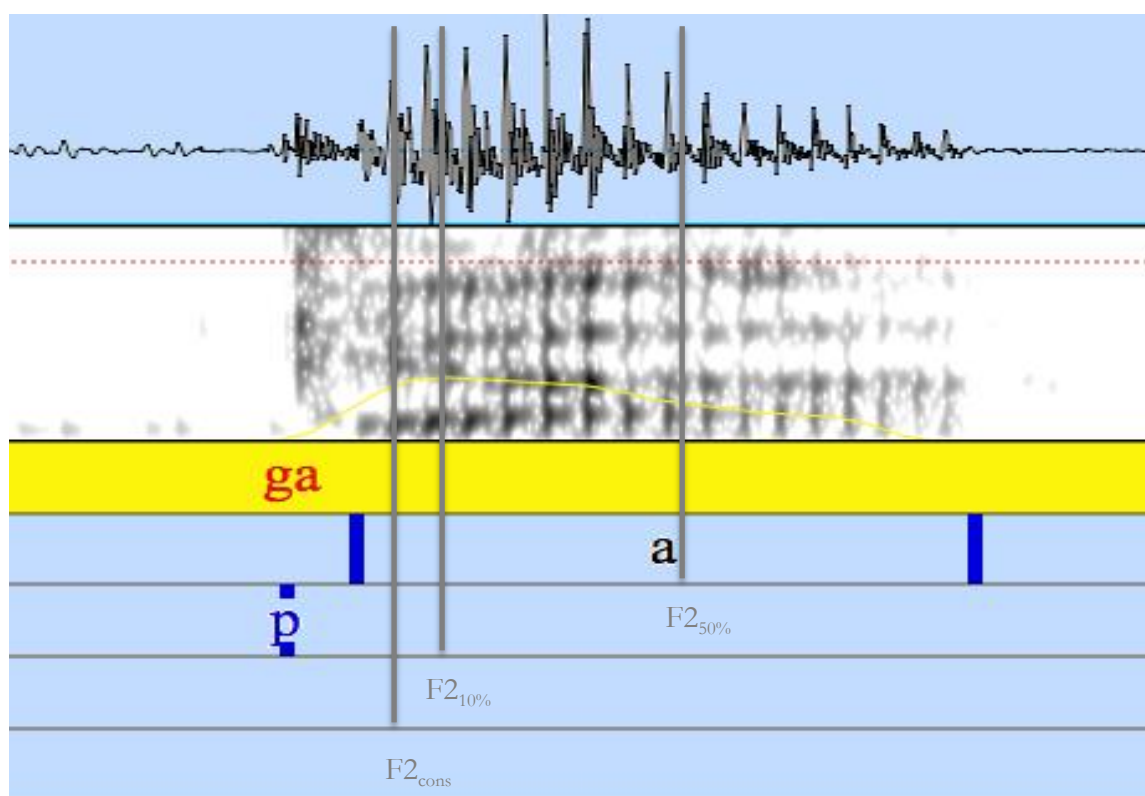


Figure 19 : Exemple schématisé des trois valeurs formantiques prises le long du F2 : au début de la voyelle ( $F2_{\text{cons.}}$ ), à 10% ( $F2_{10\%}$ ) et à 50% ( $F2_{50\%}$ ).

Ces mesures nous permettent de quantifier le comportement coarticulatoire. La coarticulation est analysée de deux manières en fonction de la complexité articulatoire de la

syllabe. Pour les syllabes simples CV, le degré de coarticulation a été calculé grâce à l'Equation du Locus (Lindblom, 1963). L'Equation du locus est une régression linéaire de la fréquence du F2 au début de la voyelle ( $F2_{cons}$ ) par rapport à la valeur du F2 mesurée dans le noyau de la voyelle ( $F2_{voy}$ ). Elle se fait selon la formule :

$$F2_{cons} = k * F2_{voy} + b$$

Les valeurs de l'Equation du Locus sont calculées, pour une seule consonne produite dans les 3 contextes vocaliques (/a, i, u/), à partir des mesures de F2 en deux points : le début et le milieu de la voyelle. Le  $F2_{cons}$  est la mesure prise au début des premiers cycles clairement reconnaissables de la voyelle. Pour le  $F2_{voy}$ , la mesure est prise au milieu de la voyelle. La valeur  $k$  est la pente de régression qui donne le degré de coarticulation anticipatoire pour chaque consonne plosive. La valeur  $b$  est le point d'intersection avec l'axe des ordonnées-y.

Pour les syllabes simples /Ca/, et les plus complexes /sCa/, /Cra/, /sCra/, nous avons mesuré les amplitudes du  $\Delta F2$  (Hz) entre 10% et 50% de la voyelle. Les changements en fréquence ont été mesurés.

- **Disfluences, erreurs et phénomènes de lénition**

Nous comptabilisons également les disfluences, les erreurs et les phénomènes de lénition.

#### ***4.1.3 Recherche des valeurs de F2 et vérification des erreurs***

La mesure des formants se fait de manière semi-automatique sous Matlab. Nous avons pour cela utilisé un programme développé par Lionel Granjon, ingénieur au laboratoire.

Les fichiers que nous obtenons par Matlab sont les suivants :

- un fichier par sujet récapitulant l'ensemble des valeurs prises sur F2 (au début ( $F2_{cons}$ ), à 10% et à 50%, le  $\Delta F2$ ), la syllabe, et son « numéro » c'est-à-dire l'instant auquel elle est prononcée (figure 20).

Fichier	Voyelle	Syllabe	Numéro	F2	F2_deb	F2_10	F2_50	F2_delta
BegAd2011-(u	u	bu	4	781	1594	745	707	-38
BegAd2011-(u	u	bu	4	2704	2738	2619	2575	-44
BegAd2011-(i	i		12	2717	2683	2677	2727	50
BegAd2011-(a	a	da	19	1623	2010	1944	1577	-367
BegAd2011-(a	a	da	19	1356	632	1196	1306	110
BegAd2011-(a	a	dra	29	1695	1713	1699	1704	5
BegAd2011-(a	a	dra	29	1642	1588	1601	1635	34
BegAd2011-(o	o		39	947	985	959	957	-2
BegAd2011-(a	a	sga	48	1747	2009	1958	1717	-240
BegAd2011-(a	a	sga	48	1755	2324	2308	1749	-558
BegAd2011-(i	i	bi	61	2638	2413	2433	2636	203
BegAd2011-(i	i	bi	61	2647	2492	2490	2690	200
BegAd2011-(e	e		69	2577	2502	2500	2647	147
BegAd2011-(i	i	bi	77	2712	2579	2595	2712	117
BegAd2011-(i	i	bi	77	2662	2613	2626	2622	-4
BegAd2011-(a	a	da	86	1516	2058	2025	962	-1062
BegAd2011-(a	a	da	86	1583	1931	1854	1523	-331
BegAd2011-(i	i	ghi	95	2675	2761	2743	2657	-85
BegAd2011-(i	i	ghi	95	2663	2616	2617	2677	59
BegAd2011-(a	a	dra	104	1667	1616	1609	1689	79
BegAd2011-(a	a	dra	104	1553	1673	1669	1564	-105
BegAd2011-(u	u	gu	112	2104	2096	2138	2021	-117
BegAd2011-(o	o		119	998	1007	973	945	-28
BegAd2011-(a	a	bra	128	1579	1767	1759	1554	-205
BegAd2011-(a	a	bra	128	1566	1646	1646	1548	-98
BegAd2011-(i	i		135	2705	2691	2672	2709	37

Figure 20 : Fichier récapitulatif pour chaque syllabe, la voyelle annotée, son temps d'apparition (numéro), la valeur moyenne de F2 (F2), la valeur de F2<sub>cons</sub>, (F2-deb), la valeur moyenne de F2 à 10% (F2\_10), celle à 50% (F2\_50), et le  $\Delta$  F2 (F2\_delta).

- Un graphique par sujet montrant les valeurs du F2 prises au début de la voyelle en fonction des valeurs de F2 prises au milieu de la voyelle. Ainsi, nous avons les degrés de coarticulation et voyons les droites de regression pour chaque consonne (/b/, /d /, /g/)

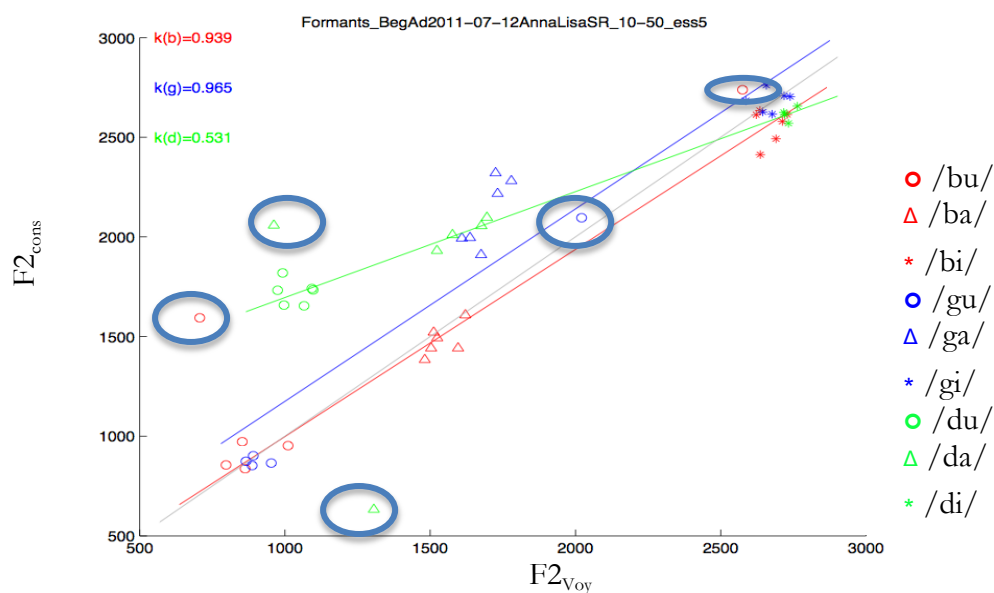


Figure 21 : Exemple de pente de coarticulation  $k$  issue de l'Equation du Locus. La pente est calculée sur les 3 consonnes /b, d, g/. Les valeurs encadrées sont celles que nous avons vérifiées sous Praat.

- Un fichier (figure 22) reprenant la synthèse de toutes les valeurs de pente  $k$  et de  $b$  obtenues grâce à l'Equation du Locus pour chaque sujet.

Fichier	Sujet	Groupe	Condition	Consonne	b	k
Formants_Be Antonio	Beg	AAF	b		96.610	0.898
Formants_Be Antonio	Beg	AAF	g		315.553	0.873
Formants_Be Antonio	Beg	AAF	d		958.929	0.513
Formants_Be Antonio	Beg	SR	b		175.696	0.854
Formants_Be Antonio	Beg	SR	g		446.491	0.791
Formants_Be Antonio	Beg	SR	d		784.255	0.589
Formants_Be Julia	Beg	AAF	b		312.872	0.799
Formants_Be Julia	Beg	AAF	g		341.678	0.879
Formants_Be Julia	Beg	AAF	d		1096.517	0.557
Formants_Be Julia	Beg	SR	b		239.286	0.898
Formants_Be Julia	Beg	SR	g		318.586	0.882
Formants_Be Julia	Beg	SR	d		965.634	0.610
Formants_Be Paolo	Beg	AAF	b		201.278	0.826
Formants_Be Paolo	Beg	AAF	g		408.359	0.826
Formants_Be Paolo	Beg	AAF	d		1014.791	0.458
Formants_Be Paolo	Beg	SR	b		102.891	0.905
Formants_Be Paolo	Beg	SR	g		253.812	0.906
Formants_Be Paolo	Beg	SR	d		800.640	0.564

Figure 22 : Fichier récapitulant les valeurs de  $k$  et de  $b$ .

Les syllabes retenues pour le calcul du degré de coarticulation sont celles qui sont prononcées de manière fluente et sans erreur. Les erreurs et disfluences font l'objet d'analyses quantitatives et qualitatives différentes.

Un certain nombre de valeurs sont vérifiées manuellement sous Praat. A partir du graphe permettant de visualiser les pentes de chaque sujet, nous relevons les points paraissant aberrants. Par exemple, dans le graphe présenté en exemple, nous voyons qu'il est nécessaire d'aller vérifier au moins les valeurs formantiques de deux /bu/, deux /da/ et un /gu/. Grâce au premier fichier récapitulatif des valeurs formantiques, nous retrouvons la syllabe concernée et son temps d'apparition. Ainsi, nous pouvons aller dans Praat, retrouver la syllabe correspondante, et vérifier les valeurs du F2.

## 4.2 DESCRIPTION DE L'IMAGE

### 4.2.1 L'annotation

Nous avons choisi d'annoter l'intégralité de ce qui est dit par le patient de manière à obtenir une vision la plus juste possible de la répartition des disfluences. Ainsi, nous n'annotons pas seulement les mots-cibles. L'ensemble des mots-cibles représente finalement le minimum que le



patient doit prononcer. L'annotation se fait manuellement sous Praat. Un exemple est donné dans l'image ci-dessous.

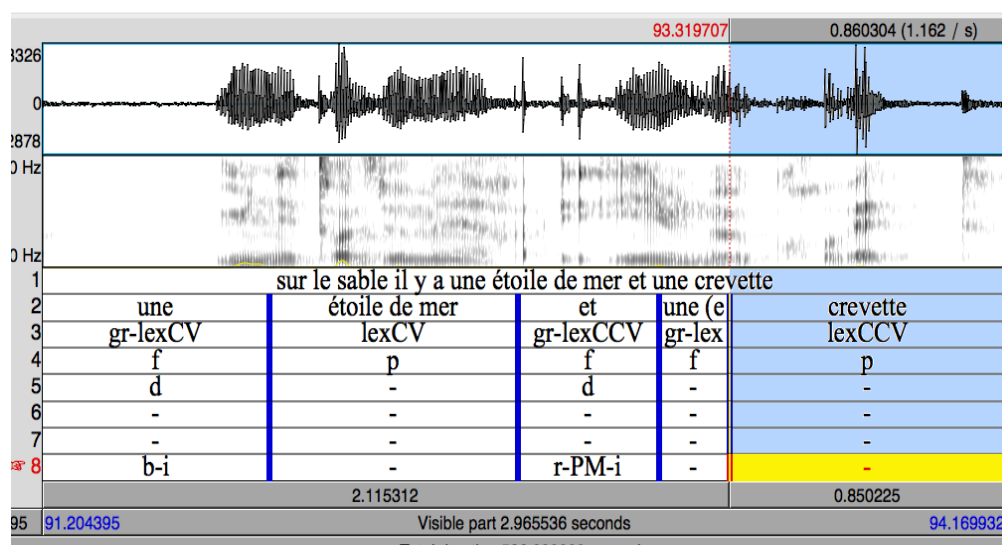


Figure 23 : Extrait annoté de la description d'image.

Sept tiers sont nécessaires.

- Dans la 1<sup>ère</sup> nous notons la phrase ou portion de phrase de manière orthographique.
- Dans la 2<sup>nd</sup>, nous annotons chacun des mots.
- Dans la 3<sup>ème</sup>, chaque mot est typé en fonction de la catégorie à laquelle il appartient et de sa complexité initiale pour les mots lexicaux. Une explication détaillée de ce type d'annotation est donnée dans le paragraphe suivant.
- Dans la 4<sup>ème</sup>, la présence de disfluente est marquée de manière générale, sans préciser ni le type ni la localisation de la disfluente dans le mot.
- La 5<sup>ème</sup> tier sert à annoter les disfluents non typiques du bégaiement (hésitations, interjections...).
- La 6<sup>ème</sup> tier permet de noter les erreurs.
- Enfin la 7<sup>ème</sup> permet de définir précisément chaque disfluente (le type : blocage, répétition, prolongation, et la localisation : initiale, médiane, finale de mot).

#### 4.2.1.1 Annotation du type de mots

Nous nous plaçons dans la vision de Howell et son équipe (Howell et al., 2000 ; Howell & Au-Yeung, 2002) qui supposent que les disfluents sont influencées non par le mot seul mais par ce qu'ils appellent le « *mot phonologique* ». Un *mot phonologique* est composé d'un *mot plein* et d'un ou plusieurs *mots fonction* qui le précèdent ou le suivent. Par la suite, nous utilisons le terme de *mot*



*grammatical* à la place de *mot fonction*, et celui de *mot lexical* à la place de *mot plein*. Howell et son équipe supposent que les disfluences sont influencées essentiellement par les mots lexicaux, mais peuvent tomber

- ou bien sur le mot grammatical précédant le mot lexical, par anticipation de l'éventuelle difficulté portée par le mot lexical,
- ou bien sur le mot lexical lui-même.

Nous cherchons à savoir si les disfluences sont influencées par la difficulté phonologique initiale des mots lexicaux. Cette influence de la difficulté peut se manifester soit par une disfluence qui tombe sur un mot lexical dont l'initiale est complexe, soit sur le mot grammatical situé devant ce mot lexical. Ainsi, nous avons dû trouver un système d'annotation qui nous permette de savoir si un mot grammatical se trouve devant un mot lexical complexe ou s'il se trouve devant un mot lexical simple.

Nous avons adopté une annotation de type morphologique en étiquetant les mots lexicaux « lex » et les mots grammaticaux, « gr ». Par ailleurs, nous prenons en considération les phénomènes de re-syllabation, les liaisons et les suites consonantiques qui existent entre un mot grammatical et un mot lexical. En effet, il est probable que le bégaiement soit en partie influencé par ces liens entre les mots. Voici plusieurs exemples d'annotation :

Chaque annotation de « lex » ou « gr » est complétée par la structure du début du mot lexical. Ce système d'annotation nous permet de connaître la structure initiale du mot lexical suivant un mot grammatical (tableau 22).

Mot grammatical	lèxème	facteur pris en compte	Annotation	
			Mot grammatical	lèxème
.V	V.		gr-lexV	lexV
.C	V.	resyllabation	gr-lexCV	lexCV
.V	CV.		gr-lexCV	lexCV
.C	CV.	Suite consonantique entre le mot grammatical et le mot plein	gr-lexCCV	lexCCV
.V	CCV.		gr-lexCCV	lexCCV
.C	CCV.	Suite consonantique	gr-lexCCCV	lexCCCV

**Tableau 22 : Les différents cas de figure d'annotation de mots phonologiques tenant compte des phénomènes de resyllabation, de liaisons et de suites consonantiques.**

Le mot grammatical peut finir par une voyelle (.V), ou une consonne (.C). Le mot lexical peut commencer par une voyelle (V.), par une syllabe simple (CV.), ou une syllabe complexe (CCV.). Si le mot grammatical finit par une voyelle (.V) et que le mot lexical commence par une voyelle (V.), alors :

- le mot grammatical sera annoté « gr-lexV » et

- le mot lexical sera annoté « lexV ».

Si le mot grammatical finit par une consonne (.C), et que le mot lexical commence par une voyelle (V.), un phénomène de re-syllabation peut être pris en compte et l'annotation sera :

- pour le mot grammatical « gr-lexCV » et
- pour le mot lexical « lexCV »

Les suites consonantiques entre le mot grammatical et le mot lexical interviennent souvent lorsque l'article est « une ». Par exemple, dans « une cravate », nous notons gr-lexCCCV lexCCCV. Mais, si la personne a un accent régional et prononce le /e/ de « une », l'annotation reste gr-lexCCV lexCCV.

#### Exemple

Une	araignée	sur	sa	toile
gr-lexCV	lexCV	gr-lexCCV	gr-lexCCV	lexCCV

**Tableau 23 : Exemple d'une phrase annotée.**

#### 4.2.1.2 Annotation des disfluences

Chaque disfluence est typée en fonction de sa caractéristique (blocage, répétition, prolongation) et de sa localisation (à l'initiale, au milieu ou à la fin du mot). Le tableau 24 donne le type d'annotation pour le type de disfluence et sa localisation.

	Dénomination classique	annotation	Précision éventuelle	Annotation de la précision
Type de disfluence	Blocage	b		
	Répétition	r	Répétition de partie de mot Répétition du mot entier	PM ME
	Prolongation	p		
Localisation	Initiale	i		
	milieu	m		
	finale	f		

**Tableau 24 : Annotation des disfluences.**

L'annotation finale de la disfluence correspond à une combinaison de l'annotation pour le type, éventuellement pour la précision concernant les répétitions, et pour la localisation. Plusieurs exemples suivent :

b-i = blocage initial

p-f= prolongation finale

r-PM-i= répétition d'une partie de mot en position initiale

r-ME= répétition du mot entier

...

L'annotation de la parole disfluente nous a posé beaucoup de questions que nous n'avons pas pu toujours résoudre complètement.

Comment considérer les répétitions de groupes de mots (qui ne sont pas des disfluences dites « typiques » du bégaiement mais qui sont tout de même présentes) ? Ce genre de répétition ne permet pas de conduire une analyse en fonction du type de mot. Il a donc été nécessaire de tenter d'analyser ce sur quoi la personne accroche réellement. En effet, parfois les répétitions, notamment lorsqu'elles concernent des groupes de mots, peuvent être stratégiques, et réalisées parce que la personne bloque sur le mot suivant la répétition. Dans ce cas, nous notons que la disfluence est un blocage sur le mot suivant la répétition. Cependant, cette identification n'est pas toujours aisée.

Enfin, comment traite-t-on un mot porteur de plusieurs disfluences ? Par exemple, comme le montre la figure 24 ci-après, « ...av avec », dans ce mot « avec », apparaissent un blocage et une répétition.

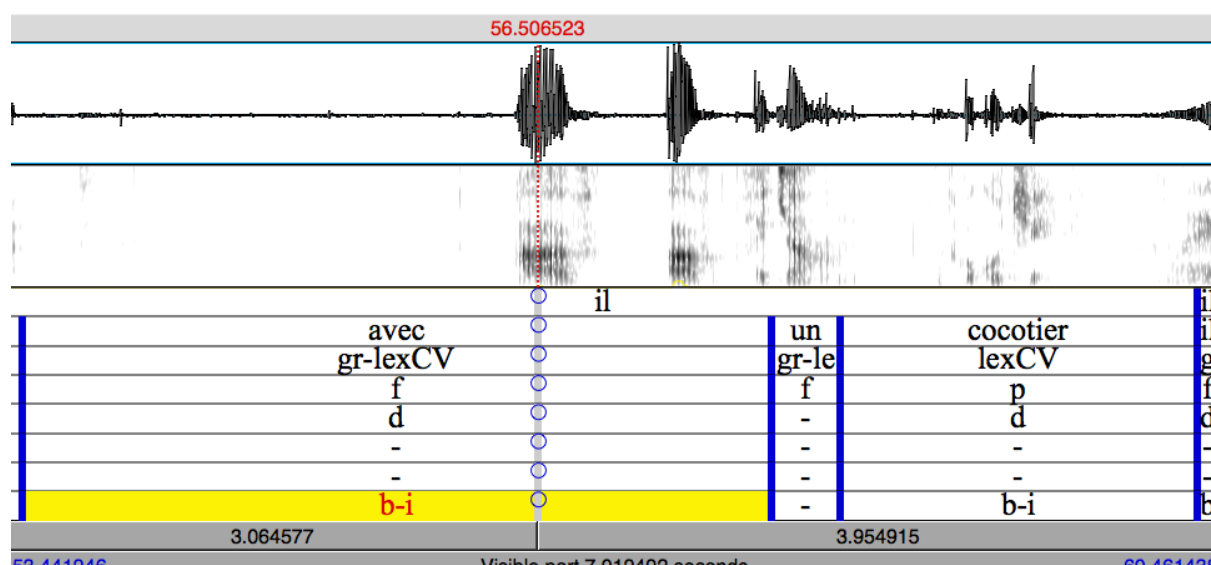


Figure 24: Exemple d'une double disfluence.

L'annotation adoptée ne permet pas de noter des doubles disfluences sur un même mot. Dans des cas similaires, nous avons été obligés de trancher en faveur d'une des deux disfluences. C'est une situation qui se trouve surtout dans le cas d'un bégaiement sévère à très sévère.

#### 4.2.1.3 Annotation des erreurs

Les erreurs sont notées E. Nous précisons également le type et la localisation

E-OP-i (Erreur-Omission de Phonème - initiale)

E-SP-m (Erreur-Substitution de Phonème- milieu)

E-Pr-f (E-de Prononciation- final)...

L'erreur de prononciation correspond à une mauvaise réalisation articulatoire d'un phonème. L'erreur de substitution est le remplacement d'un phonème par un autre. Un exemple est donné (figure 25)

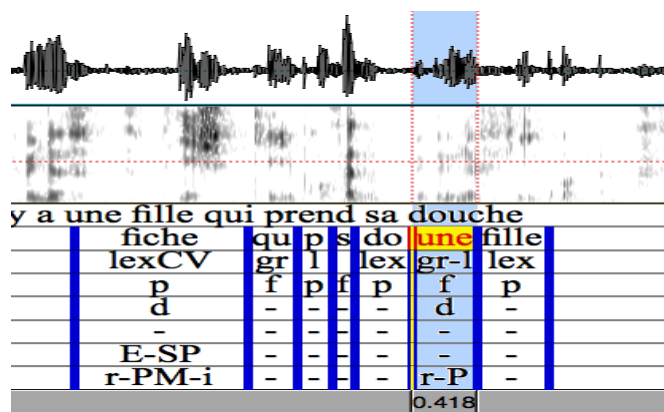


Figure 25 : Exemple d'une erreur de substitution de phonème. Le locuteur dit : « ...une fiche qui prend sa douche, une fille, ohlalala ! ».

Quand il n'y a ni erreur, ni disfluence, nous mettons un tiret dans l'intervalle.

Nous avons rencontré une difficulté d'annotation notamment au niveau des erreurs avec omissions de phonèmes. En effet, le statut véritable de l'erreur est en question. Est-ce une erreur ou une technique de fluence constituant à atténuer notamment le premier phonème ? Même si nous avons demandé aux personnes de ne pas utiliser de technique, nous ne pouvons le garantir pour les raisons énoncées précédemment. Toutefois l'expérience clinique nous a guidé et nous avons essayé dans la mesure du possible de différencier ces deux types de productions.

#### 4.2.2 Traitement et analyse des données

Le système d'annotation décrit ci-dessus nous permet d'obtenir le tableau suivant sous excel.

A	B	C	D
mots	structure	disfluence	erreurs
i(l)	gr-lexCV	-	-
porte	lexCV	-	-
une-e	gr-lexCCV	-	-
cravate	lexCCV	b-i	-
et	gr-lexCV	-	-
il	gr-lexCV	-	-
s'est	gr-lexCV	-	-
pas	gr-lexCV	-	-
peigné	lexCV	b-i	-
depuis	gr	b-i	-
longtemps	gr	-	-
il	gr-lexCV	p-i	-
a	lexCV	-	-
des	gr-lexCV	-	-
nageoires	lexCV	r-i	-
des	gr-lexCCV	-	-
trucs	lexCCV	-	-
là	gr	-	-

Tableau 25 : Extrait d'un fichier Excel dans lequel chaque mot est spécifié en terme de structure ou catégorie, et de présence de disfluences et/ou d'erreurs.

Par la suite, nous pouvons quantifier le nombre de disfluences et le nombre d'erreurs en précisant leur localisation et leur type en fonction de la complexité du mot sur lequel elles tombent.

## 5 Les hypothèses détaillées

### 5.1 CONCERNANT LA TÂCHE DE RÉPÉTITION DE SYLLABES

#### 5.1.1 *Le comportement coarticulatoire chez les adultes*

##### De manière générale

- Nous nous attendons à trouver une variation de la pente  $k$  en fonction du lieu d'articulation de la consonne (bilabial, coronal, vélaire).
- De plus, étant donné que les études précédentes ont montré que le degré de coarticulation variait en fonction des langues, il est possible d'observer une coarticulation différente chez les Français et les Italiens.

##### Plus spécifiquement

- Le bégaiement est un trouble moteur qui semble caractérisé par des difficultés coarticulatoires comme le suggère l'hypothèse de la ligne de faille de Wingate (1969, 1977, 1988). Nous souhaitons clarifier la coarticulation des personnes bégues par rapport à celle des personnes fluentes. Nous supposons que la coarticulation des personnes qui bégaiement sera différente de celle des fluents mais il est difficile de pronostiquer le sens de la

différence étant donné la grande hétérogénéité des résultats ressortis des études précédentes qui ont été conduites avec un nombre restreint de sujets (entre 4 et 8) et avec une variabilité inter-individuelle au sein des personnes qui bégaiement.

- Par ailleurs, l'étude cross-linguistique nous permet d'observer et de comparer les comportements coarticulatoires des bégues des deux langues.
  - o Si nous observons les mêmes tendances dans le comportement coarticulatoire des personnes bégues françaises et italiennes, pour les mêmes lieux d'articulation, alors ce sera la preuve que le bégaiement est un trouble moteur avec une faible influence des aspects linguistiques.
  - o Si au contraire, nous n'observons pas les mêmes tendances au niveau du comportement coarticulatoire chez les personnes bégues françaises et italiennes, alors cela mettra en évidence le rôle de la langue dans le bégaiement.
- Nous supposons que la sévérité du bégaiement puisse jouer un rôle sur le degré de coarticulation. Il est possible que ce soit les personnes qui bégaiement le plus qui aient les degrés de coarticulation qui s'écartent le plus de la moyenne des fluents.
- Enfin, dans la revue de la littérature, nous avons vu que de nombreuses études se questionnent sur l'interprétation à donner aux différences de coarticulation anticipatoire observées entre les bégues et les fluents. Est-ce que la coarticulation particulière des personnes bégues, observée en parole fluente, est le reflet d'une caractéristique du bégaiement ou bien le reflet d'une stratégie de compensation ? Il est possible que la comparaison de la parole des personnes bégues en condition AAF et en condition SR, nous aiguille sur cette interprétation. En effet les conditions de feedback auditif modifié sont améliorantes, notamment dans une tâche de répétition. Ainsi, si les particularités observées en parole fluente en SR au niveau de la coarticulation, sont les mêmes en AAF, alors nous pourrions supposer que les observations faites en SR dans la parole fluente sont de nature plutôt compensatoire, et inversement.

Pour vérifier les hypothèses ci-dessous, nous avons mesuré la pente  $k$  et la valeur  $b$  issues de l'Equation du Locus (Lindblom, 1963). Ces valeurs ne peuvent être mesurées que dans les syllabes simples de type CV. Cette mesure est prise au sein de la parole fluente.

Les enfants et les adultes ont été tous annotés, mais pour l'instant les analyses ont été conduites uniquement chez les adultes.

### **5.1.2 La complexité phonologique.**

Nous souhaitons vérifier l'impact de la complexité phonologique sur la parole fluente des personnes bègues et des personnes non-bègues. Autrement dit, nous souhaitons voir comment les personnes bègues et fluentes adaptent leur parole à la complexification des items à produire. L'impact de la complexité phonologique a été analysé chez les adultes français et italiens, pas encore chez les enfants. La complexité est déterminée à la fois par la fréquence (rare) et par le coût articulaire (présence de clusters). L'étude cross-linguistique vise entre autres à dissocier ces deux facteurs de complexité.

Les syllabes sélectionnées permettent des analyses sur deux niveaux de complexité :

- le premier niveau, le plus simple, nous permet de comparer /Ca/ à /sCa/.
- Le second niveau, plus complexe que le premier, nous permet de comparer /Cra/ à /sCra/.

Comme le suggèrent de nombreuses études, notamment sur le contrôle moteur, nous nous attendons à ce que les différences entre les adultes bègues et fluents ressortent essentiellement au second niveau de complexité articulaire.

Pour répondre à l'hypothèse énoncée ci-dessus, nous avons mesuré l'amplitude  $\Delta F2$  entre 10% et 50% de la voyelle :  $F2_{10-50}$ .

- Nous analysons  $F2_{10-50}$  au passage d'une syllabe simple à une syllabe complexifiée par l'ajout d'un /s/.
- Nous analysons  $F2_{10-50}$  au passage d'une syllabe déjà complexe puisque porteuse d'un cluster CCV à une syllabe encore plus complexe sur le plan articulaire CCCV.

### **5.1.3 Les manifestations du bégaiement**

Pour quantifier les manifestations du bégaiement, nous avons mesuré les disfluences. Elles ont été analysées chez les adultes français et italiens et chez les enfants français.

En situation de répétition, toutes les personnes qui bégaiement ne font pas de disfluences. Toutefois certaines en font. Les suppositions concernant les disfluences de ces locuteurs sont les suivantes :

- Nous attendons plus de disfluences à l'initiale des mots, comme cela est très classique dans le bégaiement.

- Rappelons que plusieurs travaux de recherche, dans plusieurs langues trouvent une influence de la complexité dans la parole des adultes bègues mais pas dans celle de l'enfant (Howell et al., 2006 ; Howell & Au-Yeung, 2007).
  - Chez l'adulte, nous supposons que les disfluences seront influencées par la complexité articulatoire et par la fréquence de la syllabe à prononcer. Il y aura plus de disfluences sur les syllabes complexes et rares.
  - Chez l'enfant, nous ne pensons pas trouver d'impact de la complexité.

### **5.1.4 Précision de la parole**

#### *5.1.4.1 Les erreurs*

Comme les disfluences, elles sont analysées chez les adultes français et italiens et chez les enfants français.

Même si aucun patient bègue, enfant ou adulte, n'a de trouble d'articulation ou de parole, nous pensons trouver

- plus d'erreurs chez les enfants car une majorité d'études qui testent l'encodage phonologique trouvent des lacunes à ce niveau (Melnick et al., 2003 ; Byrd et al., 2007 ; Sasisekaran et al., 2013, Weber-Fox et al., 2008 ; Hakim & Bernstein-Ratner, 2004)
- chez les adultes, nous ne savons pas. La littérature ne montre pas clairement de lacunes au niveau de l'encodage phonologique. Certaines études concluent en faveur de lacunes (Sasisekaran et al., 2006 ; Howell, 2002 ; Yaruss et Pelcarski, 2012). D'autres concluent plutôt en faveur d'une vulnérabilité du système de parole (Hennessey et al., 2008 ; Bosshardt et al., 2002 ; Weber-Fox et al., 2004 ; Smith et al. 2010).

De plus, selon la Covert Repair Hypothesis, CRH (Postma & Kolk, 1993), les disfluences sont le reflet d'une activité de réparation interne d'erreurs ayant lieu au niveau de l'encodage phonologique. Si l'on se réfère à cette théorie, on peut penser que

- soit la disfluence sort en parole et l'erreur est réparée en interne
- soit l'erreur sort seule
- soit les deux (disfluence et erreur) sortent plus ou moins au même endroit (tout dépend de l'étendue du retour en arrière pour que la réparation ait lieu).

Ainsi, si l'on s'appuie sur les études qui mettent en évidence des lacunes au niveau de l'encodage phonologique, et si nous nous plaçons dans le cadre théorique de la CRH, nous pouvons supposer que

- les personnes bègues feront plus d'erreurs que les personnes fluentes



- la complexité phonologique, rajoutant un coût au niveau de l'encodage phonologique, aura une influence sur l'apparition de ces erreurs
- une corrélation pourra peut-être exister entre les disfluences et les erreurs si la CRH est vraie. S'il y a corrélation, disfluences et erreurs devraient apparaître dans les mêmes mots, peut-être dans les mêmes syllabes.

Nous supposons que ces erreurs puissent être influencées par la complexité phonologique, donc à la fois par la complexité articulatoire et la fréquence rare des syllabes.

#### 5.1.4.2 *Les phénomènes de lénition*

Nous nous attendons à trouver des phénomènes de lénition chez les personnes qui bégaièrent et chez les personnes fluentes. Il est difficile de pronostiquer si l'une des deux populations en fera plus. Peut-être les personnes qui bégaièrent en feront plus, car ces phénomènes de lénition correspondent à une atténuation de la consonne ce qui se rapproche de certaines techniques de parole comme l'ERASM (Easy Relaxed Approach Smooth Mouvement, Gregory & Hill, 1993) ou la *parole prolongée* enseignée dans le Camperdown Programm, (O'Brian et al., 2003 ; O'Brian & Carey, 2013). Bien que enseignées de manière différente (la première de manière explicite, la seconde de manière implicite), ces deux techniques proposent entre autres une atténuation des consonnes.

- Ainsi, il est possible que l'on retrouve plus de phénomènes de lénition dans la parole des personnes qui bégaièrent.
- Si les phénomènes de lénition sont le reflet de stratégies de compensation, alors il est possible que nous en trouvions plus sur les syllabes complexes qui favorisent une déstabilisation du système moteur de la parole.

#### 5.1.5 *Le feedback auditif modifié*

La modification du feedback auditif est une condition améliorante pour la parole bégue. Ainsi, chez les adultes et les enfants, nous nous attendons à une réduction importante des disfluences, d'autant plus que les modifications du feedback auditif fonctionnent mieux en situation de répétition qu'en situation de parole spontanée.

De plus, nous souhaitons valider l'effet attesté du feedback auditif sur la parole fluente. Ainsi, nous supposons que la coarticulation (pente  $k$ ) des bégues sous AAF soit différente de celle des bégues en SR.

## 5.2 CONCERNANT LA TÂCHE DE DESCRIPTION D'IMAGE

Seuls les Français ont réalisé cette épreuve.

L'image a été conçue de manière à faire produire aux personnes un certain nombre de mots fréquents dont le bigramme ou trigramme initial varie en complexité articulatoire.

Rappelons que plusieurs études ont montré dans plusieurs langues, en parole spontanée, que le bégaiement de l'enfant se portait plus sur les mots grammaticaux et n'était pas influencé par la complexité phonologique, alors que le bégaiement de l'adulte se portait plus sur les mots lexicaux et était influencé par la complexité phonologique.

Pour les enfants français analysés :

- Nous supposons trouver plus de disfluences sur les mots-grammaticaux.
- Nous supposons que ces mots grammaticaux ne seront pas plus situés devant des mots lexicaux à l'initiale complexe que devant des mots lexicaux à l'initiale simple.
- Comme pour la tâche de répétition, nous supposons que les erreurs seront influencées par la complexité phonologique.
- Nous supposons qu'une tâche de description d'image suscitant la production d'une certaine difficulté articulatoire (avec les mots commençant par les clusters) entraînera peut-être plus facilement que la tâche de répétition, un lien entre les disfluences et les erreurs.

Pour les adultes français que nous avons analysés :

- Nous supposons trouver plus de disfluences sur les mots lexicaux que sur les mots grammaticaux.
- Nous supposons que l'apparition des disfluences sera conditionnée par la complexité des mots lexicaux.
- Nous supposons que les erreurs seront influencées par la complexité phonologique (rajoutant un coût supplémentaire au niveau de l'encodage phonologique).
- Nous supposons que le lien entre disfluences et erreurs sera plus évident dans une tâche de parole comme la description d'une image que dans une tâche de répétition.
- Enfin, chez les adultes, nous observerons les liens entre les résultats obtenus à la description de l'image et ceux obtenus au niveau des mesures des delta F2 concernant l'adaptation à la complexification phonologique.



# Chapitre 7

---

Résultats et discussion pour l'étude de la  
coarticulation

Ce chapitre présente les résultats obtenus en parole fluente, au niveau des pentes  $k$  issues de l'Equation du Locus, et des  $\Delta F2$ , chez les adultes bégues et fluents des deux langues. Avant d'entrer dans la présentation de ces résultats issus des analyses acoustiques ( $k$  et  $\Delta F2$ ), nous présentons le degré de sévérité du bégaiement obtenu pour chacun des sujets bégues. Nous observons ensuite la coarticulation dans les syllabes simples /CV/, grâce aux mesures de pente  $k$ . Puis, nous analysons l'influence de l'augmentation de la complexité phonologique grâce aux mesures de  $\Delta F2$ , dans les syllabes /CV/-/sCV/ et /CrV/-/sCrV/. Pour chacune des mesures, nous présentons les résultats dans les deux conditions perceptives : en SR puis en AAF.

## 1 La sévérité du bégaiement

Le tableau ci-après donne pour chaque participant bègue : son âge, et la sévérité de son bégaiement calculée à l'aide du SSI-3.

Locuteurs Français	Age	Sévérité du bégaiement
A	28	L
D	36	L
J	25	M
C	40	M
I	27	M
E	45	M
G	28	M
B	32	M
H	24	S
F	17	S

Locuteurs Italiens	Age	Sévérité du bégaiement
W	34	TL
AB	24	L
V	40	L
AC	24	L
AA	46	L
Z	25	M
AE	38	M
Y	55	M
U	17	M
AD	22	S
X	44	S

Tableau 26 : Pour chaque sujet bègue français (en haut), italien (en bas), son âge et la sévérité de son bégaiement : Très Léger (TL), Léger (L), Modéré (M), Sévère (S).

La majorité des participants bégues a un bégaiement modéré. Il est intéressant de voir que presque tous les degrés de sévérité sont présents : du bégaiement très léger au bégaiement sévère.

## 2 L'Equation du locus dans les syllabes CV

Rappelons que les mesures de la pente  $k$  de l'Equation du Locus sont obtenues à partir des syllabes simples /CV/ produites de manière fluente par les adultes bégues français et italiens.

Pour chaque participant et chaque consonne, la pente de l'équation du locus  $k$  est obtenue à partir de 18 paires de valeurs ( $F2_{\text{cons}}$  et  $F2_{\text{voy}}$ ).

## 2.1 EN CONDITION SR

### 2.1.1 Présentation des résultats

La figure 26 représente les valeurs de pente  $k$  en fonction du lieu d'articulation dans chacune des langues. Le tableau 27 donne les valeurs moyennes des pentes  $k$  et les écarts types.

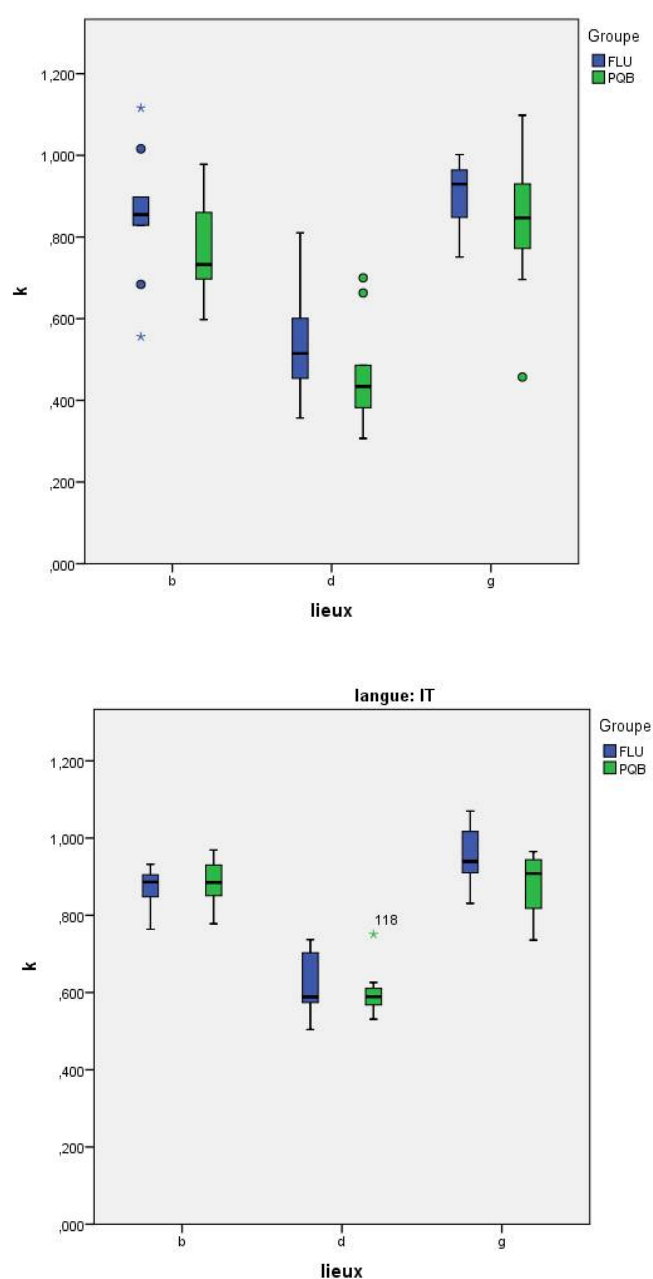


Figure 26 : Degré de pente  $k$  en fonction des consonnes, et des groupes (bègues/fluents) pour les Français (en haut), et pour les Italiens (en bas).

		Bilabiale /b/		Alvéolaire /d/		Vélaire /g/	
		Pente k	ET	Pente k	ET	Pente k	ET
Français	fluents	0,85	0,15	0,53	0,12	0,90	0,07
	bègues	0,75	0,11	0,46	0,12	0,83	0,17
Italiens	fluents	0,87	0,04	0,61	0,07	0,95	0,07
	bègues	0,88	0,05	0,59	0,05	0,87	0,07

**Tableau 27 : Moyenne des pentes  $k$  et Ecart Types (ET) pour chaque lieu d'articulation chez les fluents Français et Italiens.**

Les deux figures et le tableau ci-dessus montrent que le degré de la pente  $k$  varie en fonction du lieu d'articulation des consonnes dans les deux langues. La bilabiale et la vélaire ont une pente plus élevée que l'alvéolaire chez les Français et chez les Italiens. La pente diffère également en fonction de la langue puisque pour chaque lieu d'articulation, les Français ont des pentes plus faibles que les Italiens.

Concernant l'influence du bégaiement, chez les Français, les personnes bègues ont des valeurs de pentes plus faibles que celles des personnes fluentes pour chaque lieu d'articulation. Chez les Italiens, les personnes bègues ont des valeurs de pentes  $k$  similaires à celles des fluents pour la bilabiale et l'alvéolaire. Pour la vélaire, les personnes bègues italiennes ont une pente  $k$  plus faible que celle des personnes fluentes.

L'observation des écarts types montrent que la variabilité inter-individuelle est grande chez les bègues et chez les fluents des deux langues.

La figure 27 ci-après représente la pente  $k$  en fonction de l'intercept  $b$ , chez les Français et les Italiens. Chaque point représente les coordonnées des sujets qui bégaiement pour les consonnes /b, d, g/. Les graphes permettent de voir la répartition des sujets qui bégaiement par rapport à la moyenne des fluents, en suivant la même présentation que Sussman et al. (2011).

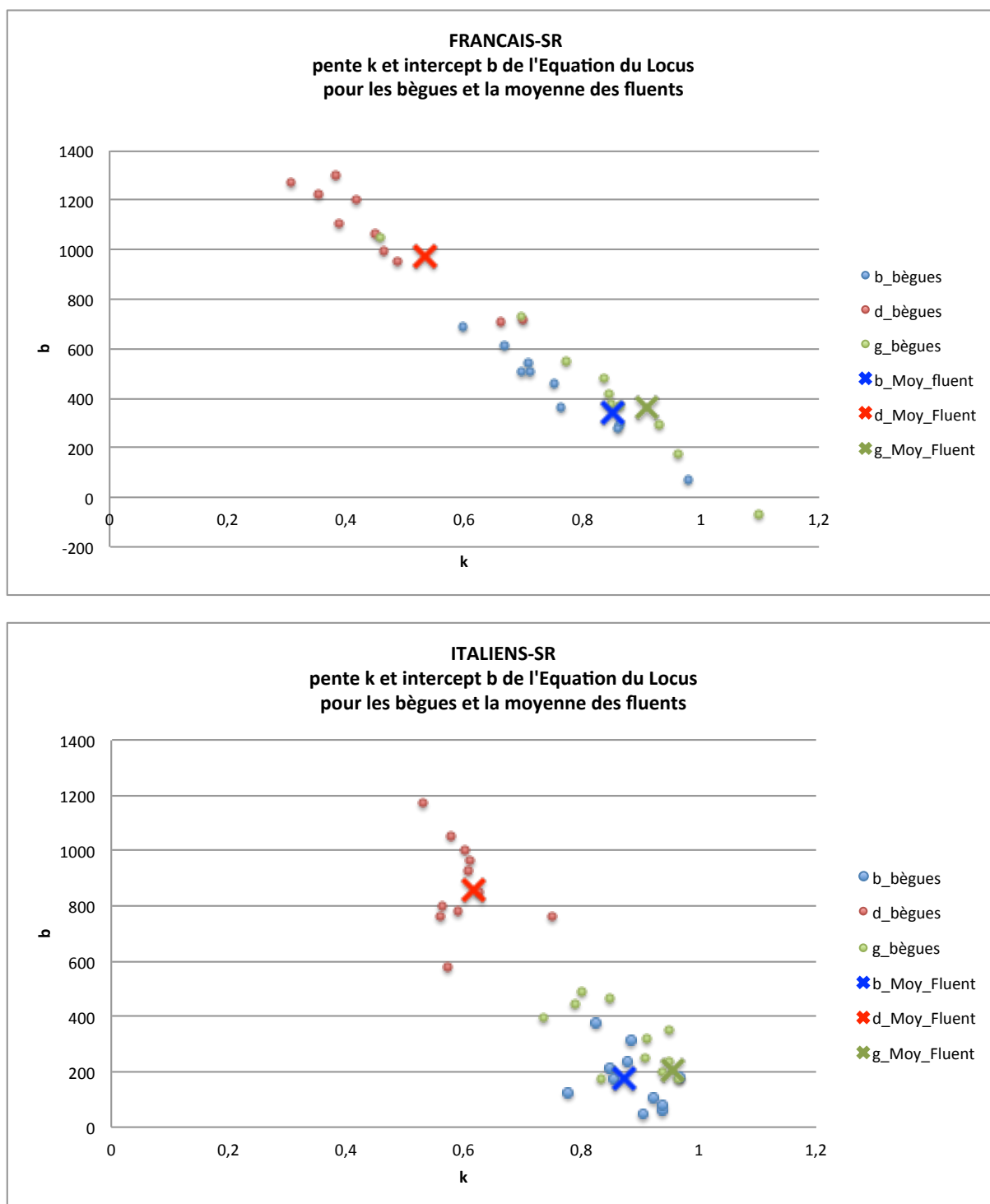


Figure 27 : Pente  $k$  et intercept  $b$  pour chaque personne bègue, française (en haut), italienne (en bas).  
La moyenne des fluents est donnée pour chacune des consonnes.

Chez les Français, les points les plus éloignés de la moyenne des fluents appartiennent à :

- pour le /b/, à F dont le bégaiement est sévère, à G et à D dont le bégaiement est modéré.
- pour le /d/, à F et H dont le bégaiement est sévère, et à B et D dont le bégaiement est modéré.
- Pour le /g/, à C et E dont le bégaiement est de modéré,



Chez les Italiens, nous trouvons que les points les plus éloignés de la moyenne des fluents appartiennent :

- pour le /b/, à AE et U dont le bégaiement est modéré.
- pour le /d/, à X et AA dont le bégaiement est sévère et à AB dont le bégaiement est modéré,
- pour le /g/, à V et AA dont le bégaiement est léger, à Y dont le bégaiement est modéré, et X dont le bégaiement est sévère.

Il semble que le degré de sévérité n'influence pas l'éloignement à la norme des fluents puisque nous trouvons, parmi ceux qui sont le plus éloignés de la norme des fluents, tous les degrés de sévérité.

Toutefois, la comparaison des résultats de chaque personne qui bégaié à la moyenne des fluents nous paraît insuffisante dans la mesure où la dispersion des résultats des personnes fluentes n'est pas prise en compte. Ainsi, les graphes suivants montrent les pentes  $k$  en fonction des intercepts  $b$  pour chacun des sujets, bègues et fluents, Français et Italien (figure 28).

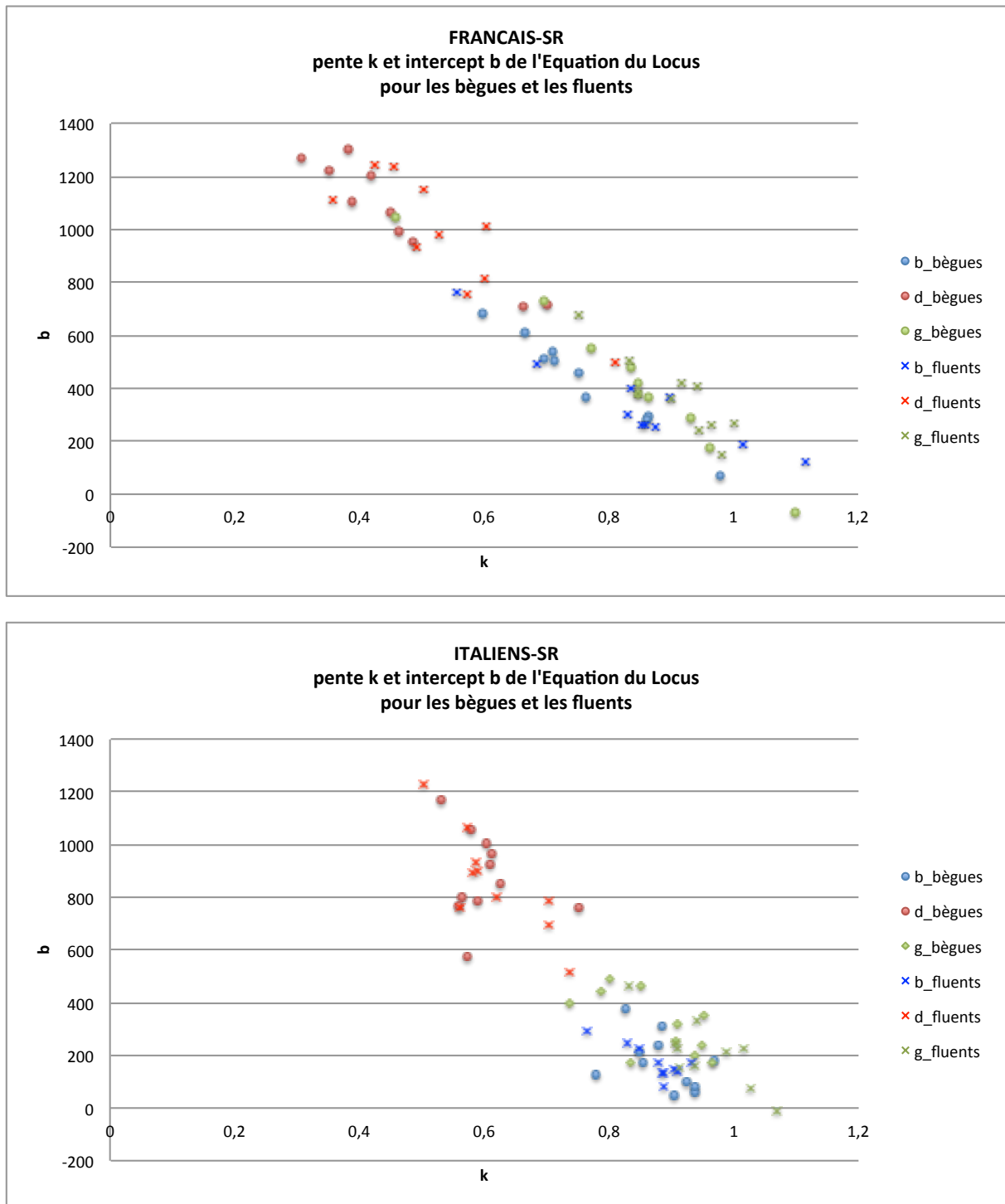


Figure 28 : Pente  $k$  et intercept  $b$  pour chacun des sujets, bègues et fluents, français (en haut), et italiens (en bas).

Ces deux graphes sont intéressants car ils montrent finalement que la variabilité inter-individuelle est aussi grande chez les personnes qui bégayaient que chez les personnes fluentes.

### 2.1.2 Analyses statistiques

Nous avons fait une analyse de variance à mesures répétées sur la variable dépendante  $k$ , avec comme facteur intra-sujet le lieu d'articulation des consonnes et comme facteurs inter-sujets le groupe (bègue/fluente) et la langue (italien/français).

Globalement, de façon attendue, **le lieu d'articulation** de la consonne influence fortement la pente de l'Equation du locus  $k$  ( $F(2, 36) = 134,772$  ;  $p < 0,05$ ). De plus, l'interaction entre le lieu d'articulation et la langue n'est pas significative, donc l'influence du lieu d'articulation est la même dans les deux langues. Cependant, **la langue** a un effet significatif sur la pente  $k$  ( $F(1, 37) = 15,939$  ;  $p < 0,05$ ). La pente  $k$  est plus faible pour les Français que pour les Italiens.

Plus spécifiquement, le groupe a une influence significative ( $F(1, 37) = 8,058$  ;  $p < 0,05$ ) puisque les bégues obtiennent des valeurs de la pente  $k$  plus faibles que celles de leurs homologues fluents, sans interaction significative avec la langue. Ainsi, les différences de valeurs entre les locuteurs bégues et fluents sont semblables pour les locuteurs français et italiens.

### 2.1.3 Interprétation des résultats

De manière générale, au niveau de la pente  $k$  issue de l'Equation du Locus, nous retrouvons les données de la littérature notamment celles de Sussman et al. (1991), Sussman et al. (1993) et Agwuele et al. (2008) qui montrent que le degré de coarticulation est influencé par le lieu d'articulation de la consonne. En français comme en italien, ces résultats se retrouvent avec des valeurs de coarticulation  $k$  plus élevées pour la bilabiale et la vélaire, et moins élevées pour l'alvéolaire qui est plus résistante à la coarticulation. Nos résultats confirment également l'effet de la langue sur le degré de coarticulation (Sussman et al., 1991 ; Sussman et al., 1993). Les valeurs de la pente  $k$  de l'équation du Locus que nous avons obtenues pour les 10 sujets français fluents sont les suivantes

- pour la bilabiale, /b/,  $k = 0,85$  (ET : 0,15)
- pour l'alvéolaire, /d/,  $k = 0,53$  (ET : 12)
- pour la vélaire, /g/,  $k = 0,90$  (ET : 0,07)

et pour les 10 adultes italiens fluents :

- pour la bilabiale, /b/,  $k = 0,87$  (ET : 0,04)
- pour l'alvéolaire, /d/,  $k = 0,61$  (ET : 0,07)
- pour la vélaire, /g/,  $k = 0,95$  (ET : 0,07)

Ces valeurs sont cohérentes avec les mesures trouvées dans la littérature qui oscillent

- pour /b/, entre 0,63 (Krull, 1989) et 1,004 (Iskarous et al., 2010)
- pour /d/, entre 0,25 (Sussman et al., 1993) et 0,77 (Zmarich & Marchiori, 2004)
- pour /g/, entre 0,71 (Sussman et al., 1991) et 0,976 (Sussman et al., 1998)

Les sujets italiens fluents montrent plus de coarticulation (valeurs de pente  $k$  plus élevées) que les Français fluents sur cette tâche de répétition de syllabes. Auparavant, Zmarich & Marchiori (2004) avaient trouvé pour l'alvéolaire /d/ une moyenne de  $k$  autour de 0,59, chez 4 personnes fluentes italiennes, valeurs assez proches de celles obtenues ici pour le /d/ italien.

Par ailleurs, concernant la pente  $k$  de l'Equation du Locus, nous trouvons des différences significatives entre les sujets bègues et fluents et cela sans interaction avec la langue maternelle des locuteurs. Les sujets bègues des deux langues ont des pentes  $k$  globalement plus faibles que celles de leurs homologues fluents. Ces résultats se rapprochent de ceux de Zmarich & Marchiori (2004) qui trouvent également, chez leurs sujets bègues, une tendance à une coarticulation plus faible sur les syllabes toniques /dV/ que chez les personnes fluentes italiennes. D'un point de vue du contrôle moteur de la parole, ce résultat signifie que les bègues de notre corpus ne tendent pas vers une économie des gestes articulatoires. Les mouvements articulatoires pour réaliser la consonne sont moins influencés par la voyelle suivante, ce qui suppose des gestes articulatoires plus amples.

Plus spécifiquement, concernant les valeurs de pentes  $k$  obtenues chez les personnes qui bégayaient, nous ne retrouvons pas la tendance évoquée par Sussman et al. (2011) par rapport à l'éventuelle influence de la sévérité du bégaiement sur l'importance de l'écart à la norme des fluents. Les auteurs remarquent que ce sont les coordonnées des personnes dont le bégaiement est le plus sévère qui s'éloignent le plus de la norme des fluents. En représentant nos données de la même manière, nous ne retrouvons pas cette même tendance. Par ailleurs, nous avons pu remarquer que la variabilité inter-individuelle est aussi grande chez les locuteurs fluents que chez les locuteurs bègues, ainsi, la comparaison des données des personnes bègues à une moyenne reste difficile à interpréter. Cette grande variabilité inter-individuelle est également retrouvée dans les études précédentes. En effet, pour les adultes, Sussman et al., (2011) calculent la Standard Error of Estimate (SEE) et montrent une grande variabilité dans les résultats des personnes qui bégayaient. Pour les enfants, Subramanian et al., (2003) mentionnent en discussion de larges écarts types dans leurs résultats. Nous trouvons ici une grande variabilité inter-individuelle pour les fluents également.

L'interprétation des valeurs de pentes  $k$  plus faibles, **en parole fluente**, chez les personnes qui bégaièrent par rapport à celles des personnes fluentes reste difficile. En effet, des mesures prises en parole fluente peuvent refléter deux mécanismes quasiment opposés :

- une fragilité pouvant être considérée comme une caractéristique du bégaiement.
- ou une stratégie de compensation qui permettrait de stabiliser le système moteur de parole et d'éviter les disfluences.

Les théories sur les capacités motrices de parole (Speech Motor Skills Theorie) stipulent que les mouvements articulatoires plus amples favorisent un gain au niveau du feedback kinesthésique donc plus de stabilité dans le système moteur de la parole (van Lieshout et al., 2004 ; Namaivayam & van Lieshout, 2008 ; Namasivayam et al., 2008 ; Namasivayam & van Lieshout, 2011). Selon la vision de la théorie sur les capacités motrices de parole (Speech Motor Skills Theorie) (Peters et al., 2000 ; van Lieshout et al., 2004), nous pouvons supposer que les faibles pentes correspondent plutôt à des stratégies de compensation puisque des mouvements amples favoriseraient plus de stabilité motrice. Ainsi, une parole perceptivement fluente caractérisée par une faible coarticulation serait plutôt vers l'extrémité stable du continuum de la fluence proposé par Peters et al. (2000).

Cependant, d'autres auteurs interprètent différemment les particularités coarticulatoires observées en parole perceptivement fluente chez les personnes qui bégaièrent. Par exemple, Pisciotto et al. (2010) trouvent chez les personnes qui bégaièrent italiennes, un plus fort degré de coarticulation que celui des personnes italiennes fluentes. Pour savoir comment interpréter ce résultat, les auteurs proposent de comparer chez un même sujet, la pente  $k$  et les valeurs de  $F2_{\text{cons}}$ , dans les mêmes syllabes fluentes et disfluentes. Les auteurs supposent que si aucune différence n'apparaît entre les deux types de syllabes, alors les observations faites en parole fluente se rapprochent plutôt de caractéristiques du bégaiement. Si au contraire, des différences apparaissent entre les deux types de syllabes, les observations faites en parole fluente peuvent plutôt refléter des stratégies de compensation. Trouvant une différence au niveau des  $F2_{\text{cons}}$ , les auteurs interprètent cette plus forte coarticulation chez les personnes bègues comme relevant plutôt d'une stratégie de compensation. Comme les auteurs le soulignent, ces résultats sont à prendre avec précaution, car ils sont issus des productions d'un seul sujet. Néanmoins, la réflexion pour aiguiller l'interprétation du comportement coarticulatoire en parole fluente est intéressante.

Sur d'autres mesures, Hirsch (2007), qui calcule l'aire du triangle vocalique, trouve des résultats évoquant des gestes articulatoires moins amples (aire du triangle vocalique restreinte chez les bègues). Une des interprétations que ce dernier avance est également la mise en place d'une stratégie de compensation par les personnes qui bégaièrent. Cette interprétation est faite sur base

du coût supposé du geste articulatoire. Un geste moins ample serait moins coûteux. Dans cette perspective, un geste moins ample est plutôt interprété comme une stratégie de compensation puisqu'il permet une réduction de l'effort alors que justement la parole bègue est empreinte de nombreux efforts et tensions.

Une autre manière d'orienter l'interprétation des résultats obtenus en parole fluente chez les personnes qui bégayaient, serait peut-être de comparer la parole fluente des personnes qui bégayaient en condition perceptive normale, à la parole fluente observée dans des conditions améliorantes (AAF). En effet les conditions de feedback auditif modifié sont améliorantes, notamment dans une tâche de répétition. Ainsi, si les particularités observées en parole fluente en SR au niveau de la coarticulation, sont les mêmes en AAF, alors nous pouvons supposer qu'elles sont de nature plutôt compensatoire. Si, au contraire, les particularités observées en SR diffèrent de celles en AAF, alors, nous pourrions supposer qu'elles sont plutôt des caractéristiques du trouble.

## **2.2 EN CONDITION AAF**

Nous comparons les résultats des personnes qui bégayaient obtenus en condition SR et en condition AAF.

### **2.2.1 Présentation des résultats**

La figure 29 ci-après montre les coordonnées ( $k_{AAF}$  en fonction de  $k_{SR}$ ) pour chaque sujet bègue français (en haut) et italien (en bas), et permet ainsi une représentation du rôle du feedback auditif sur la pente  $k$  de coarticulation. Le tableau 28 donne les moyennes des valeurs des pentes  $k$  et les écarts types dans chaque condition (SR et AAF) pour les sujets bègues français et italiens. Nous mettons également dans le tableau 29 les moyennes des valeurs de pentes  $k$  et les écarts types pour les sujets fluents français et italiens.

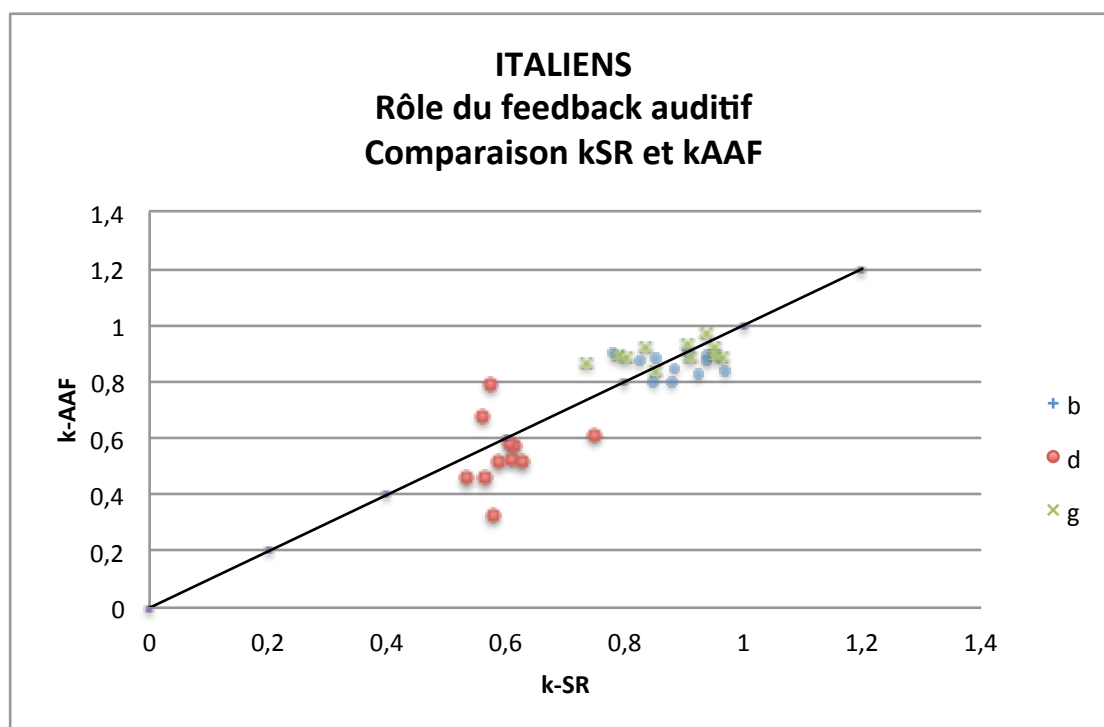
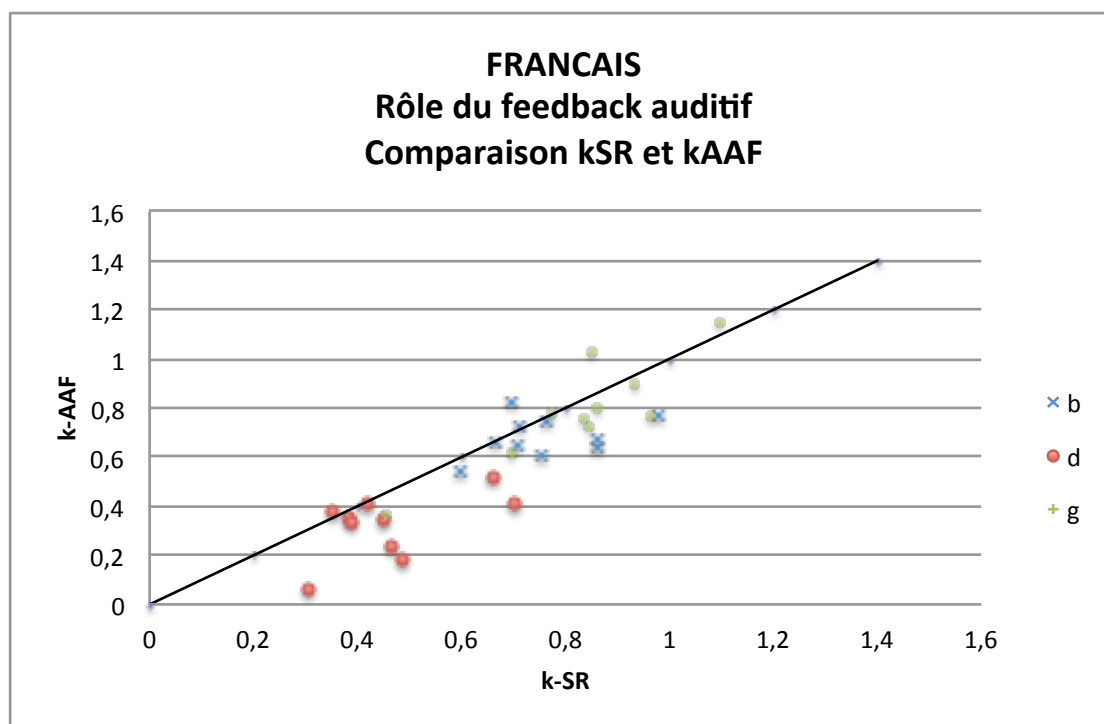


Figure 29 : Pente de coarticulation  $k$  en SR en fonction de  $k$  en AAF chez les bègues français (en haut) et italiens (en bas).

		Condition SR		Condition AAF	
	bègues	Pente k	Ecart Type	Pente k	Ecart Type
Bilabiale	Français	0,75	0,11	0,68	0,07
	Italiens	0,88	0,05	0,86	0,03
Alvéolaire	Français	0,46	0,12	0,32	0,12
	Italiens	0,59	0,05	0,54	0,12
Vélaire	Français	0,83	0,12	0,78	0,20
	Italiens	0,87	0,07	0,89	0,03

Tableau 28 : Valeurs des degrés de coarticulation  $k$  chez les personnes bègues, en fonction des consonnes, de la condition et de la langue.

		Condition SR	
	fluents	Pente k	Ecart Type
Bilabiale	Français	0,85	0,15
	Italiens	0,87	0,04
Alvéolaire	Français	0,53	0,12
	Italiens	0,61	0,07
Vélaire	Français	0,90	0,07
	Italiens	0,95	0,07

Tableau 29 : Valeurs des degrés de coarticulation  $k$  chez les personnes fluentes, en fonction des consonnes, et de la langue.

Nous pouvons observer que chez les personnes bègues françaises et italiennes, la condition AAF fait diminuer la valeur de la pente  $k$ . Ainsi, la condition AAF accentue les résultats précédemment trouvés en SR avec des pentes  $k$  encore plus faibles, pour la plupart des lieux d'articulation et des sujets.

Par ailleurs, les écarts types montrent que la variabilité inter-individuelle reste importante en AAF chez les bègues des deux langues.

### 2.2.2 Analyse statistique

La condition perceptive est elle aussi significative ( $F(1, 19) ; p < 0,05$ ). Les personnes qui bégayaient ont des pentes  $k$  plus faibles en situation AAF qu'en situation SR. Cependant, cette influence de la condition est fonction de la langue, puisque l'interaction de la condition avec la langue est significative ( $F(1, 19) = 5,008 ; p < 0,05$ ). Ainsi, la condition AAF a plus d'impact sur la coarticulation chez les bègues français que chez les bègues italiens. Cependant, à part pour la vélaire chez les bègues italiens, tous les degrés de coarticulation diminuent sous AAF. Donc la tendance va vers une coarticulation moindre sous AAF chez les personnes qui bégayaient.

### 2.2.3 Interprétation

Nos résultats en AAF montrent une diminution du moindre degré de coarticulation trouvé en SR. Comme nous le mentionnions lors des hypothèses, il nous semble que les résultats sous AAF, condition améliorante, pourraient nous permettre d'interpréter les résultats obtenus en SR



pour savoir si ces derniers relèvent de mécanismes propres au bégaiement ou de stratégies de compensation. La condition AAF accentue la différence trouvée en parole fluente en SR. Nous interprétons alors la faible pente  $k$  trouvée en SR chez les bégues comme relevant plutôt d'une stratégie de compensation. Ce raisonnement peut paraître de premier abord contre-intuitif puisqu'il signifie que des mouvements demandant plus d'effort articulatoire aideraient les personnes bégues qui sont déjà dans trop d'effort en raison des disfluences. Pourtant, il pourrait être plausible puisque van Lieshout & Namasivayam (2010), Namasivayam & van Lieshout (2011), Kalinowski et al. (1993) montrent que des mouvements plus amples demandent certes plus d'effort mais ne sont pas nécessairement des facteurs de déstabilisation dans la parole bègue. En effet, cette large amplitude gestuelle favoriserait un meilleur feedback kinesthésique et en conséquence une stabilisation des gestes articulatoires. Ces dernières explications sont données sur une parole prononcée en débit accéléré, néanmoins, même s'il s'agit d'un contexte expérimental différent, les explications de van Lieshout & Namasivayam (2010) sont intéressantes, et nous poussent à interpréter le faible degré de pente  $k$  comme une stratégie de compensation.

Il semblerait que les conditions de feedback auditif perturbé poussent la parole fluente des personnes qui bégaièrent vers l'extrémité stable du continuum de Peters et al. (2000) en diminuant le degré de coarticulation. Ainsi, il est possible, comme le suggèrent Namasivayam & van Lieshout (2008) et van Lieshout et al. (2004), que la modification du feedback auditif modifie la dépendance aux feedbacks sensoriels notamment et favoriserait plus de stabilité motrice de la parole.

### **3 Etude de l'influence de l'augmentation de la complexité phonologique**

Nos analyses sont conduites sur deux niveaux de complexité phonologique :

- /CV/-/sCV/ (c'est-à-dire /Ca/ vs. /sCa/)
- /CrV/- /sCrV/ (c'est-à-dire /Cra/ vs. /sCra/)

où C = /b, d, g/.

Nous avons mesuré le  $\Delta F2$  entre 10 et 50% pour étudier l'impact de l'augmentation de la complexité phonologique. Les résultats ont été analysés en utilisant une ANOVA à mesures répétées. Les facteurs intra-sujets sont le lieu d'articulation des consonnes /b, d, g/ et la syllabe (avec ou sans /s/). Les facteurs inter-sujets sont le groupe (bègues et fluents), et la langue (Italien, Français). Ces analyses ont également été conduites en séparant les deux

langues. Nous observons les éventuelles différences entre les bègues et les fluents des deux langues en regardant :

- comment les deux groupes adaptent leurs valeurs de  $\Delta F2$  lorsque le /s/ est ajouté dans la syllabe produite.
- si leurs valeurs  $\Delta F2$  sont différentes entre les deux groupes.

Les résultats sont d'abord présentés en condition SR puis en condition AAF.

### 3.1 EN CONDITION SR

#### 3.1.1 Premier niveau de complexité syllabique CV vs. CCV

##### 3.1.1.1 Présentation des résultats

Les graphes suivants montrent pour chaque consonne, dans les syllabes /Ca/ et /sCa/, la répartition des valeurs de  $\Delta F2$  obtenues par les personnes qui bégayaient (PQB) et les personnes fluentes (FLU) dans chacune des deux langues (figures 30 et 31).

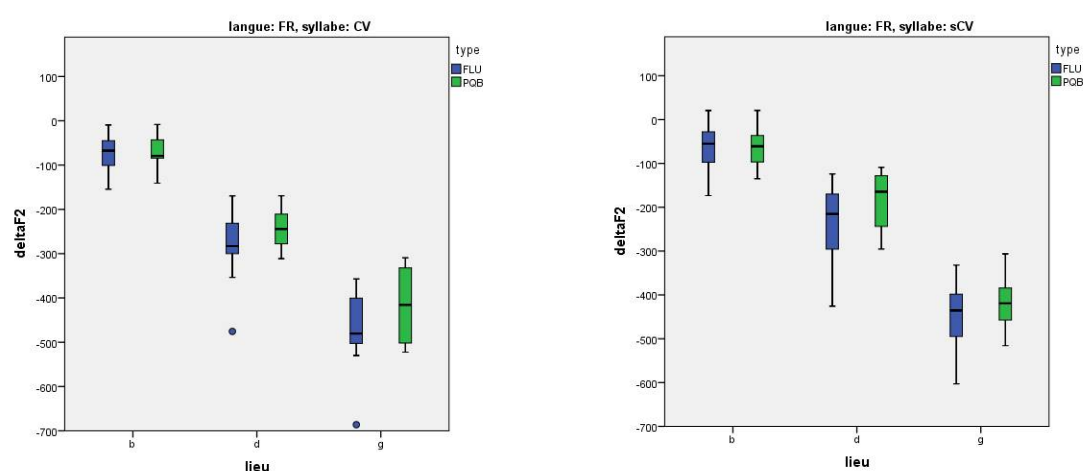


Figure 30 : Pour les Français,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes fluentes (FLU) et les personnes qui bégayaient (PQB), dans les syllabes /CV/ (à gauche) et /sCV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

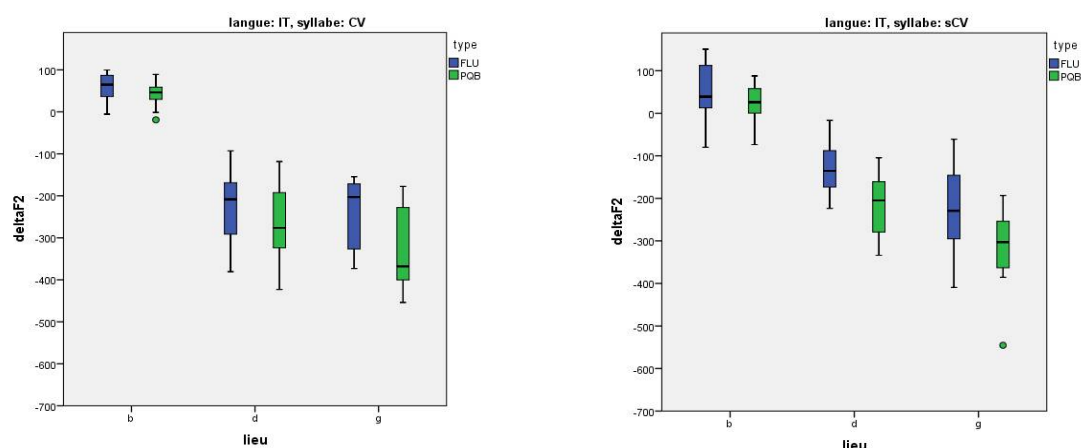


Figure 31 : Pour les Italiens,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes fluentes (FLU) et les personnes qui bégaièrent (PQB), dans les syllabes /CV/ (à gauche) et /sCV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

Sur les figures ci-dessus, nous pouvons observer que le lieu d'articulation de la consonne a un effet sur  $\Delta F2$ . Au fur et à mesure que le lieu d'articulation recule, le  $|\Delta F2|$  augmente chez les Français comme chez les Italiens. La langue paraît également avoir un effet sur  $\Delta F2$ . Nous pouvons voir pour les bilabiales, que les locuteurs français ont des  $\Delta F2$  négatifs, donc des transitions descendantes alors que les Italiens ont des  $|\Delta F2|$  positifs donc montants. Concernant les vélares, les locuteurs français ont des valeurs  $|\Delta F2|$  plus larges que les Italiens. De plus, les graphes montrent un comportement des bégues différent, plus précisément opposé, en fonction de la langue. Les bégues français ont des  $|\Delta F2|$  plus faibles que leurs homologues fluents alors que l'inverse est observé chez les Italiens.

Nous notons également une variabilité importante pour tous les groupes de sujets, qu'ils soient bégues ou fluents.

La figure suivante regroupant 6 graphes, nous permet de visualiser, pour chaque lieu d'articulation, et pour chaque groupe de sujets, l'adaptation de  $\Delta F2$  à la complexification de la syllabe par l'ajout du /s/. Le tableau 30 donne les moyennes des  $\Delta F2$  et les écarts types pour chacun des groupes dans chacune des langues.

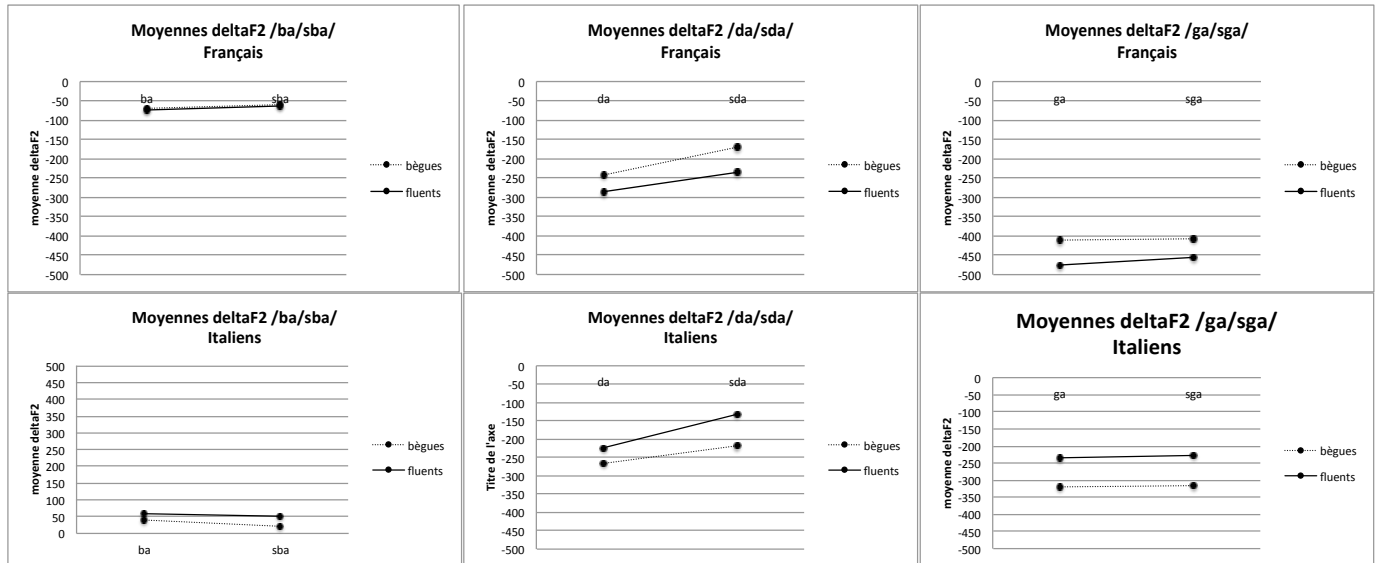


Figure 32 : Moyennes de  $\Delta F2$  par consonne, et par groupe (bègues vs fluents), pour les Français (en haut) et pour les Italiens (en bas).

		ba	da	ga	sba	sda	sga
Français Bègues	Moy	-69,35	-242,5	-411,29	-66,75	-185,41	-417,21
	ET	39,07	46,62	79,54	48,65	65,86	69,59
Français Fluents	Moy	-74,82	-285,32	-475,11	-63,26	-236,21	-453,6
	ET	45,01	84,02	94,3	61,04	90,07	93,10
Italiens Bègues	Moy	40,40	-267,35	-319,50	20,98	-218,21	-314,96
	ET	30,25	93,06	101,47	46,88	80,64	99,40
Italiens Fluents	Moy	59,85	-223,43	-234,44		-132,57	-228,18
	ET	32,77	81,92	83,04	71,52	65,10	107,49

Tableau 30 : Moyennes (Moy) et écarts types (ET) des valeurs de  $\Delta F2$  pour les Français, les Italiens, bègues et fluents.

Tout d'abord, nous faisons des observations sur l'adaptation de  $\Delta F2$  à l'ajout du /s/. Nous regardons les changements de  $\Delta F2$  entre la syllabe /CV/ et la syllabe /sCV/. Nous pouvons observer que pour les Français, bègues et fluents, l'ajout du /s/ entraîne une réduction du  $\Delta F2$  pour l'alvéolaire et peu de changement pour la bilabiale et la vélaire. Pour les Italiens, bègues et fluents, le comportement est le même. L'ajout du /s/ entraîne, dans les deux groupes, une réduction du  $\Delta F2$  pour l'alvéolaire, et peu de changement pour la bilabiale et la vélaire. Ainsi, l'adaptation, c'est-à-dire le changement de  $\Delta F2$  occasionné par l'ajout du /s/ va dans le même sens chez les Français et les Italiens, qu'ils soient bègues ou fluents.

Concernant maintenant les différences entre les bègues et les fluents, comme nous l'avons remarqué sur les précédents graphes, nous notons que les bègues de chaque langue se comportent différemment par rapport à leurs homologues fluents respectifs. En effet, la figure ci-

dessus montre bien que les **bègues français** ont des  $\Delta F2$  plus petits que leurs homologues **fluents** sur l'alvéolaire et la vélaire, alors que c'est l'inverse pour les bègues italiens qui ont des  $\Delta F2$  plus grands que leurs homologues fluents sur ces deux mêmes lieux d'articulation.

Pourtant, malgré cette différence de comportement par rapport à leurs homologues fluents respectifs, les bègues de chaque langue ont des valeurs qui tendent à être relativement proches comme le montrent les deux graphes suivants.

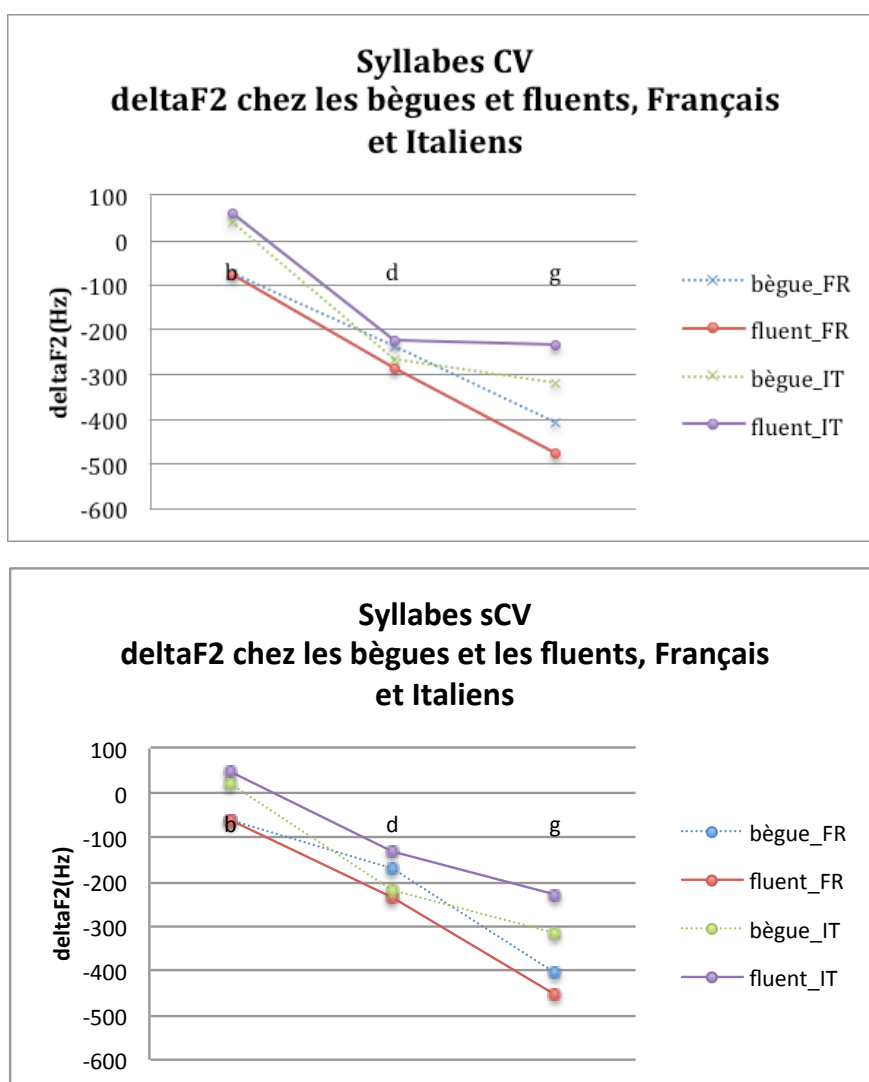


Figure 33 : Moyennes de  $\Delta F2$  pour les 4 groupes dans les syllabes CV (en haut) et sCV (en bas).

### 3.1.1.2 Analyses statistiques

Pour le premier niveau de complexité syllabique, nous comparons /Ca/ à /sCa/. Le lieu d'articulation de la consonne a un effet significatif sur le  $|\Delta F2|$  ( $F(2, 36) = 492,163$  ;  $p < 0,05$ ). Ce dernier augmente avec le recul du lieu d'articulation. Cet effet est dépendant de la langue

comme le montre la forte interaction entre le lieu d'articulation et la langue ( $F(2, 36) = 17,407$  ;  $p < 0,05$ ).

La syllabe, donc l'ajout du /s/, a un effet significatif sur le  $\Delta F2$  ( $F(1, 37) = 12,690$  ;  $p < 0,05$ ), et cet effet est dépendant de la consonne puisqu'il existe une interaction significative entre la syllabe et le lieu d'articulation ( $F(2, 36) = 16,538$  ;  $p < 0,05$ ). Que ce soit pour les Français ou pour les Italiens, c'est l'alvéolaire qui entraîne le plus de changement de  $\Delta F2$  entre /CV/ et /sCV/ en entraînant une diminution de la valeur de  $|\Delta F2|$ .

Enfin, il existe une interaction entre le groupe et la langue ( $F(1, 37) = 7,352$  ;  $p < 0,05$ ).

De nombreux effets dépendent de la langue, nous avons donc ensuite conduit des analyses par langue. Celles-ci montrent que pour les Français, les bégues ne se comportent pas différemment des fluents. En revanche, pour les Italiens, le groupe est significatif ( $F(1, 19) = 6,164$  ;  $p < 0,05$ ), et il n'y a pas d'interaction entre le groupe et la syllabe. Ainsi, chez les Italiens, les personnes qui bégaièrent ont des  $|\Delta F2|$  plus grands que ceux des fluents pour les deux types de syllabes /CV/ et /sCV/ dans lesquelles le lieu d'articulation est alvéolaire ou vélaire.

Pour résumer,  $\Delta F2$  entre 10 et 50% de la voyelle, dépend de la langue et du lieu d'articulation de la consonne. Pour les Italiens, il dépend également du groupe, avec des  $\Delta F2$  plus grands pour les bégues.

### ***3.1.2 Second niveau de complexité syllabique***

#### ***3.1.2.1 Présentation des résultats***

Les graphes suivants montrent pour chaque consonne, dans les syllabes /Cra/ et /sCra/, la répartition des valeurs de  $\Delta F2$  obtenues par les personnes qui bégaièrent (PQB) et les personnes fluentes (FLU) dans chacune des deux langues.

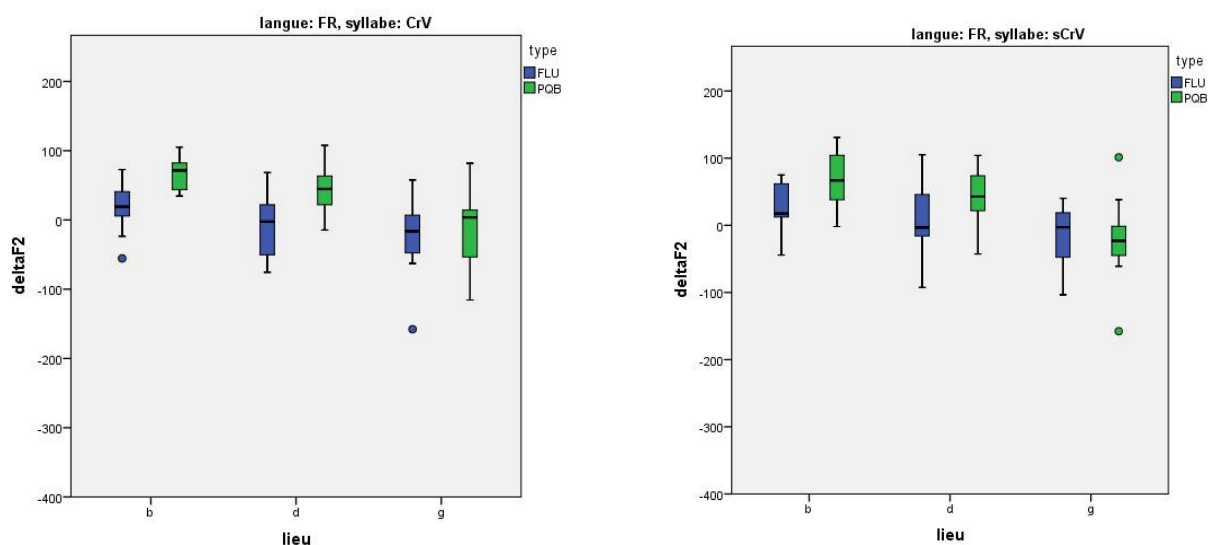


Figure 34 : Pour les Français,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes fluentes (FLU) et qui bégaiant (PQB), dans les syllabes /CrV/ (à gauche) et /sCrV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

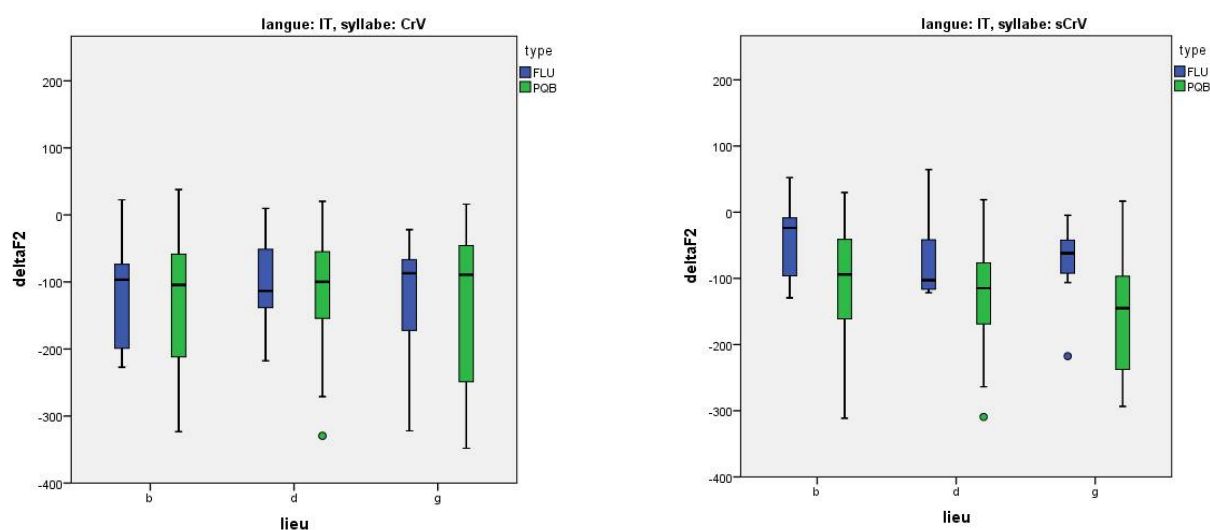


Figure 35 : Pour les Italiens,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes fluentes (FLU) et qui bégaiant (PQB), dans les syllabes /CrV/ (à gauche) et /sCrV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

L'observation de ces graphes permet de constater que la langue semble influencer de manière notable les mesures de  $\Delta F2$  puisque nous ne retrouvons pas les mêmes ordres de grandeurs dans chacune des langues, ce qui paraît logique puisque le /r/ intermédiaire est articulé de manière très différente par les Français et les Italiens.

Nous notons également une importante variabilité au sein des deux populations.

Les graphes suivants permettent de mettre en évidence l'éventuelle influence de l'ajout du /s/ sur le  $\Delta F2$ , pour chaque lieu d'articulation. Le tableau 31 donne les valeurs moyennes des  $\Delta F2$  et les écarts types pour chacun des groupes dans chacune des langues.

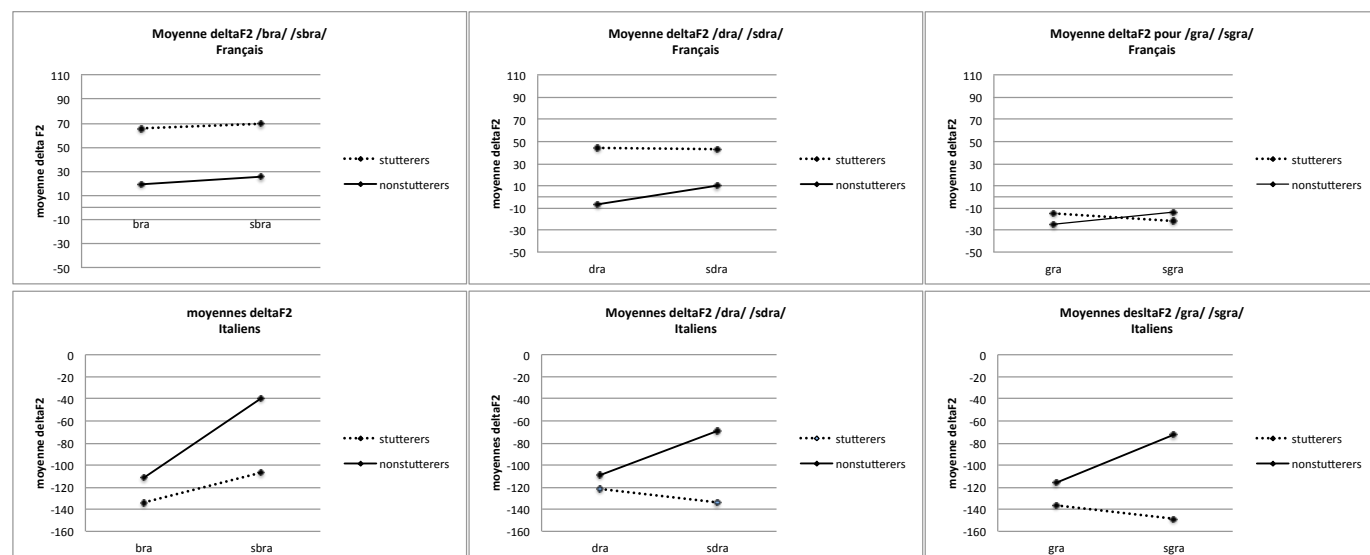


Figure 36 : Chez les Français (en haut) et les Italiens (en bas),  $\Delta F2$  dans les syllabes /CrV/ et /sCrV/ pour chacun des lieux d'articulation.

		bra	dra	gra	sbra	sdra	sgra
Français	Moy	65,79	43,75	-14,89	69,72	42,84	-22,10
Bègues	ET	24	34,92	59,41	41,23	42,46	66,84
Français	Moy	19,20	-6,79	-24,81	25,1	9,87	-14,45
Fluents	ET	39,07	48,66	57,92	36,3	60,03	45,76
Italiens	Moy	-136,71	-119,54	-140,7	-107,62	-138,67	-153,20
Bègues	ET	124,48	109,60	132,17	99,80	95,78	103,87
Italiens	Moy	-111,78	-109,48	-116,0	-39,85	-69,55	-72,28
Fluents	ET	87,58	71,18	89,78	58,23	70,83	59,54

Tableau 31 : Moyennes (Moy) et écarts types (ET) des valeurs de  $\Delta F2$  pour les Français, les Italiens, bègues et fluents.

- Nous pouvons observer que l'effet de l'ajout du /s/ à ce second niveau de complexité entraîne une adaptation relativement identique chez les bègues et les fluents français. En revanche, chez les Italiens, l'adaptation chez les bègues paraît différente de celle des fluents. Les fluents italiens semblent avoir une franche diminution des valeurs de  $|\Delta F2|$  lorsque le /s/ est ajouté. Les bègues italiens ont plutôt tendance à augmenter leur  $|\Delta F2|$ , notamment sur l'alvéolaire et la vélaire.
- Concernant la différence entre les bègues et les fluents, du côté des Français, les  $|\Delta F2|$  des bègues sont supérieurs aux  $|\Delta F2|$  des fluents pour la bilabiale et l'alvéolaire, pour les deux



types de syllabes /CrV/ et /sCrV/. Du côté des Italiens, les  $|\Delta F2|$  des bègues sont supérieurs aux  $|\Delta F2|$  des fluents essentiellement sur la syllabe la plus complexe /sCrV/ pour les trois lieux d'articulation. Ainsi, les bègues des deux langues paraissent avoir le même comportement par rapport à leurs homologues fluents respectifs : une augmentation de l'amplitude des transitions du F2.

### 3.1.2.2 *Analyse statistique*

Pour le second niveau de complexité syllabique, un /r/ intermédiaire, alvéolaire pour les Italiens, uvulaire pour les Français, a été introduit. Nous comparons les syllabes /Cra/ vs. /sCra/.

Premièrement, le lieu d'articulation des consonnes /b, d, g/ a un effet significatif sur le  $\Delta F2$ , à travers le /r/ intermédiaire à la fois pour les locuteurs français et italiens ( $F(2, 36) = 29,188$  ;  $p < 0,05$ ). De plus, le  $\Delta F2$  dépend de la langue, ( $F(1, 37) = 38,541$  ;  $p < 0,05$ ), et l'interaction entre le lieu d'articulation de la consonne et la langue est significative ( $F(2, 36) = 7,636$  ;  $p < 0,05$ ). Effectivement, pour les Italiens, il existe simplement une tendance à un effet de la consonne ( $F(2, 18) = 2,963$  ;  $p = 0,077$ ). En revanche, pour les Français, le lieu d'articulation a un effet sur  $\Delta F2$  ( $F(2, 17) = 40,694$  ;  $p < 0,05$ ).

La syllabe, donc l'ajout du /s/, a toujours un effet sur le  $\Delta F2$  ( $F(1, 37) = 6,057$  ;  $p < 0,05$ ).

Plus spécifiquement, l'interaction entre la syllabe (l'ajout du /s/) et le groupe est significative ( $F(1, 37) = 6,166$  ;  $p < 0,05$ ). L'analyse par langue montre qu'il n'y a pas d'interaction entre la syllabe et le groupe pour les Français, alors que cette interaction existe chez les Italiens ( $F(1, 19) = 5,270$  ;  $p < 0,05$ ).

Pour les Français, le groupe a tendance à être significatif ( $F(1, 18) = 3,026$  ;  $p = 0,09$ ) et l'interaction entre la consonne et le groupe est significative ( $F(2, 17) = 5,332$  ;  $p < 0,05$ ). Ainsi, pour les clusters comprenant la bilabiale et l'alvéolaire, les  $|\Delta F2|$  des bègues sont supérieurs aux  $|\Delta F2|$  des fluents. Alors qu'il n'y a aucune différence entre les deux groupes pour les clusters comprenant la vélaire. Ces différences entre les bègues et les fluents sont les mêmes pour les deux types de syllabes car il n'y a pas d'interaction entre le groupe et la syllabe.

Chez les Italiens, il existe une interaction entre la syllabe et le groupe ( $F(1, 19) = 5,210$  ;  $p < 0,05$ ). Ainsi, les bègues et fluents italiens ne sont pas différents sur /CrV/ mais le sont sur /sCrV/ avec des  $|\Delta F2|$  plus grands chez les bègues que chez les fluents pour les trois lieux d'articulation (pas d'interaction entre le lieu et le type de syllabe). Sur ce second niveau de

complexité, les différences entre les bégues et les fluents italiens n'apparaissent donc que sur la syllabe la plus complexe.

Enfin, notons que nous n'avons finalement pas pu croiser le facteur fréquence avec le facteur complexité articulatoire, car le facteur « langue » joue tellement au niveau de la coarticulation, qu'il paraît difficile de comparer une langue à l'autre.

Ainsi, pour résumer l'ensemble de ces résultats, l'ajout du /s/ provoque la même adaptation de  $\Delta F2$  entre les bégues et les fluents des deux langues. Par ailleurs, les bégues français connaissent une influence globale du second niveau de complexité phonologique par rapport au premier niveau. En effet, ils se différencient des fluents à partir du second niveau pour les deux types de syllabes. Les bégues italiens se différencient des fluents dès le premier niveau CV/sCV, mais connaissent une influence de la complexité au sein du second niveau. En effet, ils se différencient de leurs homologues fluents sur la syllabe la plus complexe /sCrV/.

### **3.1.3 Discussion des résultats**

De manière intéressante, nous trouvons que l'influence du bégaiement sur les mesures de  $\Delta F2$  est dépendante de la langue au premier niveau de complexité. En effet, les personnes qui bégaiement des deux langues ne se comportent pas de la même manière par rapport à leurs homologues fluents respectifs. Ainsi, les manifestations du bégaiement sont conditionnées par des facteurs linguistiques. Cette information nous paraît peut-être à approfondir pour les manifestations du bégaiement chez les personnes bégues bilingues.

Globalement, quand des différences apparaissent entre les bégues et les fluents, dans les deux langues, les  $|\Delta F2|$  des bégues sont supérieurs à ceux des fluents. Cela se vérifie pour les bégues français au second niveau de complexité et pour les bégues italiens aux premier et second niveaux de complexité. Ces résultats rejoignent ceux de Robb & Blomgren (1997) qui trouvent des pentes de transition F2 plus importantes chez les personnes qui bégaiement que chez les fluents. Les personnes bégues auraient des mouvements articulatoires plus amples que ceux des personnes fluentes

Il est particulièrement intéressant de noter également une certaine sensibilité à la complexité phonologique dans les deux groupes de sujets bégues (Français et Italiens). Les bégues français ont des  $|\Delta F2|$  identiques à ceux de leurs homologues fluents au premier niveau de complexité phonologique. Puis, au second niveau, les  $|\Delta F2|$  des bégues français sont supérieurs à ceux des fluents pour les clusters comprenant la bilabiale et l'alvéolaire. Chez les Italiens, au second niveau

de complexité, les différences entre les bégues et les fluents existent sur la syllabe la plus complexe /sCrV/, et se manifestent également par des  $|\Delta F2|$  supérieurs à ceux des fluents. Il est possible que ces résultats confirment les hypothèses de van Lieshout et al. (2004) et Kleinow & Smith, (2000) qui avancent que les personnes qui bégaiement sont sensibles à la complexité, affichant des différences par rapport aux fluents essentiellement lorsque la complexité de la tâche est suffisante. Des études dans différents domaines semblent confirmer cette hypothèse. Au niveau des recherches sur l'encodage phonologique des personnes bégues, Bosshardt et al., (2002) ; Werber-Fox et al. (2008) ; Hennessey et al. (2008) arrivent à la conclusion que les différences entre la population adulte bégue et la population fluente, ressortent essentiellement lorsque la tâche est complexe (tâches duelles, jugement de rimes incongruentes). Sur des mesures acoustiques, Hirsch (2007) trouve des différences de comportement entre les bégues et les fluents face à l'augmentation du débit de parole. Les personnes qui bégaiement s'adaptent mal à l'accélération du débit de parole. Les études plus spécifiquement portées sur le contrôle moteur de la parole, prenant entre autres des mesures cinématiques, aboutissent aux mêmes conclusions : les différences entre les personnes qui bégaiement et les personnes fluentes ressortent essentiellement lorsque la complexité de la tâche de production est suffisante (Kleinow & Smith, 2000 ; Smith et al. 2010 ; Chon, 2010). Ces dernières, d'ailleurs, sur des mesures cinématiques, montrent que les différences entre les bégues et les fluents se creusent avec l'augmentation de la complexité de la tâche. Namasivayam & van Lieshout (2011) se positionnent aussi dans cette ligne de résultats. Ces études montrent globalement un manque d'adaptation ou des lacunes chez les personnes qui bégaiement face à certains facteurs de déstabilisation comme la complexité de la tâche (production de phrases complexes, jugements de rimes incongruentes...), ou l'augmentation du débit de parole. Nos résultats, sur des mesures acoustiques, semblent aller également dans ce sens.

Cependant, de nouveau se pose la question de l'interprétation des différences constatées en parole fluente. Sont-elles le reflet de lacunes, fragilités ou de stratégies de compensation ? Devons-nous, comme les études précédemment citées, interpréter ces résultats comme une difficulté d'adaptation à la complexité ? ou, devons-nous les interpréter comme l'expression d'une compensation d'autant plus importante que la difficulté augmente ?

Si l'on s'en réfère aux théories sur le contrôle moteur de la parole chez les personnes qui bégaiement, alors nous pourrions interpréter ces résultats comme étant plutôt le reflet d'une compensation. En effet, rappelons que les gestes de grande amplitude favorisent plus de feedback kinesthésique, donc plus de stabilité du système moteur de la parole (Namasivayam & van Lieshout, 2011).

Nous voulons observer l'influence de la condition AAF sur les mesures des  $|\Delta F2|$  pour peut-être pouvoir orienter nos interprétations. Etant donné que les mesures de  $k$  et de  $|\Delta F2|$  sont reliés, puisque toutes les deux prises le long de F2, (au début de la consonne pour  $k$ , à 10% de F2 pour  $|\Delta F2|$ , et à 50% de F2 pour  $k$  et  $\Delta F2$ ), nous supposons que l'effet du AAF sur les  $\Delta F2$  sera en cohérence que celui que nous avons observé sur  $k$ .

### 3.2 EN CONDITION AAF

Pour les deux niveaux de complexité syllabique, nous avons réalisé une comparaison entre les bègues en situation AAF et les bègues en situation SR. Nous avons utilisé une ANOVA à mesures répétées avec pour facteurs intra-sujets : le lieu d'articulation des consonnes (/b, d, g/), la syllabe (C(r)V vs. sC(r)V), et la condition (AAF vs. SR), et comme facteurs inter-sujets : la langue (italien vs. français). Comme le facteur langue joue beaucoup, nous avons également conduit ces analyses en séparant les deux langues.

#### 3.2.1 Le premier niveau de complexité syllabique CV vs. CCV

Les graphes suivants (figures 37 et 38) montrent pour chaque consonne, dans les syllabes /Ca/ et /sCa/, la répartition des valeurs de  $\Delta F2$  obtenues par les personnes qui bégaièrent en condition AAF et en condition SR, dans chacune des deux langues.

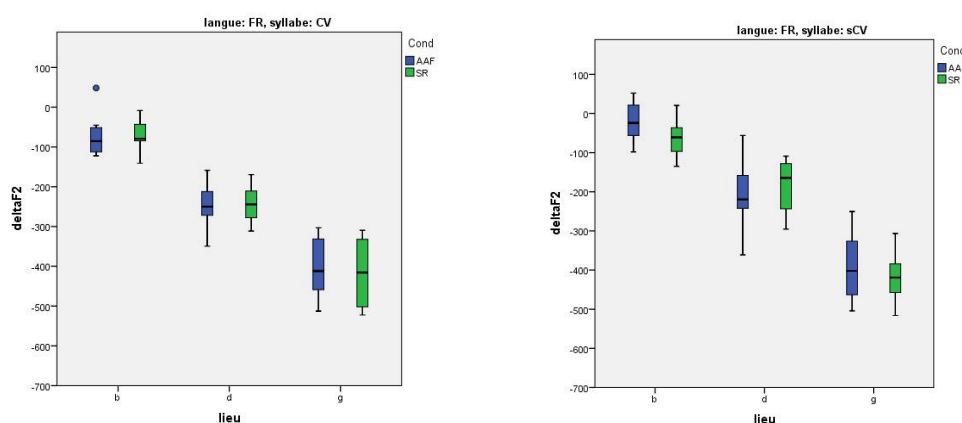


Figure 37 : Pour les bègues français,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes qui bégaièrent en condition AAF et en condition SR, dans les syllabes /CV/ (à gauche) et /sCV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

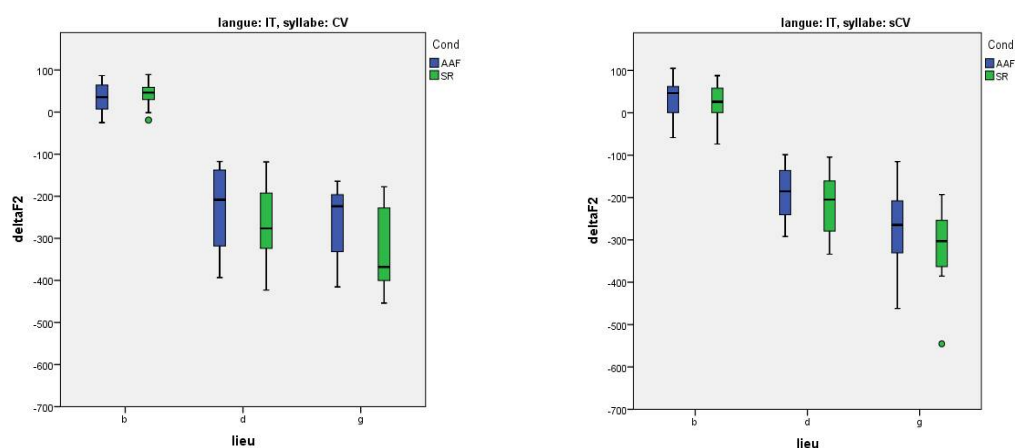


Figure 38 : Pour les bégues italiens,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes qui bégaièrent en condition AAF et en condition SR, dans les syllabes /CV/ (à gauche) et /sCV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

Les graphes ci-dessus nous montrent que chez les Français, pour les deux types de syllabes /CV/ et /sCV/, la condition ne semble pas avoir d'effet sur la valeur des  $\Delta F2$ . En revanche, chez les Italiens, il semble y avoir un effet du AAF, surtout sur les syllabes /CV/. L'effet du AAF semble aller dans le sens d'une diminution de la valeur absolue des  $|\Delta F2|$ .

Par ailleurs, nous retrouvons, au sein des deux langues, la grande variabilité présente en situation SR.

L'analyse statistique montre que, chez les Français, l'effet du AAF n'est pas significatif. Alors que chez les Italiens, l'effet du AAF est significatif ( $F(2, 9) = 92,844$  ;  $p < 0,05$ ).

### 3.2.2 Second niveau de complexité syllabique CCV vs CCCV

Les graphes suivants (figures 39 et 40) montrent pour chaque consonne, dans les syllabes /Cra/ et /sCra/, la répartition des valeurs de  $\Delta F2$  obtenues par les personnes qui bégaièrent en condition AAF et en condition SR, dans chacune des deux langues.

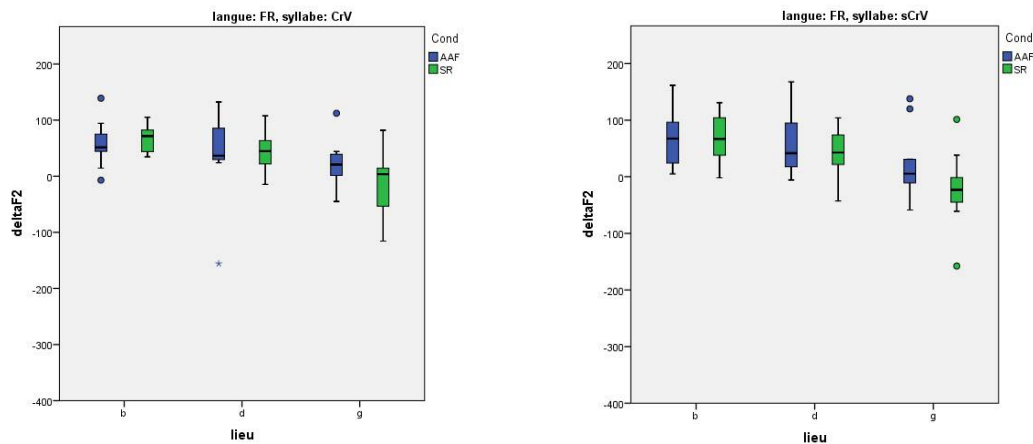


Figure 39 : Pour les bégues français,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes qui bégaiant en condition AAF et en condition SR, dans les syllabes /CrV/ (à gauche) et /sCrV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

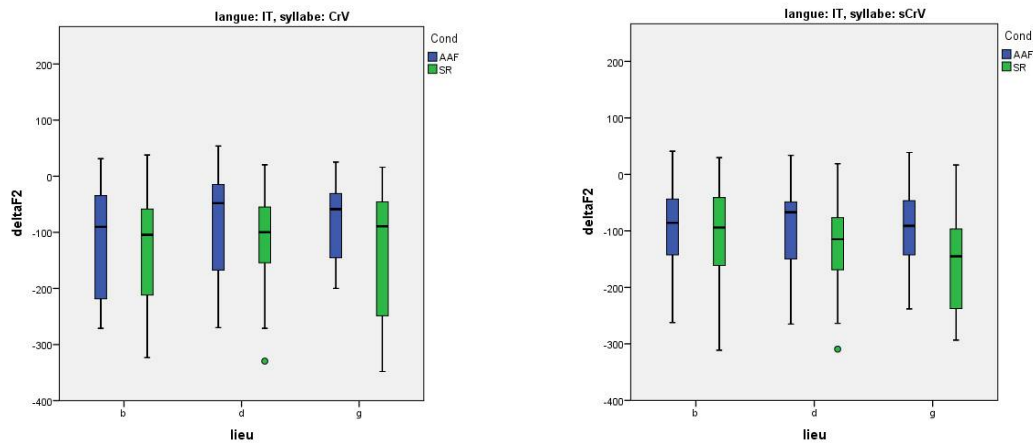


Figure 40 : Pour les bégues italiens,  $\Delta F2$  obtenus chez les personnes qui bégaiant en condition AAF et en condition SR, dans les syllabes /CrV/ (à gauche) et /sCrV/ (à droite), pour chaque lieu d'articulation.

Les graphes montrent le même pattern que celui observé au premier niveau de complexité. Les Français ne semblent pas influencés par la condition alors que les Italiens le seraient plus.

Les analyses statistiques révèlent effectivement une interaction entre la langue et la condition ( $F(1, 19) = 4,513$  ;  $p < 0,05$ ). Les analyses par langue montrent que pour les Français il n'y a pas d'influence de la condition perceptive, alors que pour les Italiens, il y'en a une ( $F(1 ; 10) = 8,180$  ;  $p < 0,05$ ).

### 3.2.3 Représentation synthétique des résultats obtenus au niveau de la pente $k$ et des $\Delta F2$ .







condition	langue	Résultats au niveau de la pente $k$	Résumé de la tendance principale	interprétations
SR	Français	Pour /b/d/g/ $k_{\text{bèg}} < k_{\text{flu}}$	 $k$	Condition AAF accentue la diminution de la pente $k$  ↓ $k$ faible en SR = stratégie de compensation
	Italiens	Pour /g/ $k_{\text{bèg}} < k_{\text{flu}}$		
AAF	Français	Pour b/d/g/ $k_{\text{bègAAF}} < k_{\text{bègSR}}$	 $k$	
	Italiens	Pour /b/d/ $k_{\text{bègAAF}} < k_{\text{bègSR}}$		
condition	langue	Résultats au niveau des $\Delta F2$	Résumé de la tendance principale	
SR CV- sCV	Français	Pour b/d/g, pour /CV/ et /sCV/ $\Delta F2_{\text{bèg}} = \Delta F2_{\text{flu}}$	 $\Delta F2$	Bègues français sensibles à la complexité : différence entre 1 <sup>er</sup> et 2 <sup>nd</sup> niveau de complexité  Bègues italiens sensibles à la complexité : Au second niveau : différence entre la 1 <sup>ère</sup> syllabe et la 2 <sup>nd</sup>
	Italiens	Pour d/g/, pour /CV/ et /sCV/ $\Delta F2_{\text{bèg}} > \Delta F2_{\text{flu}}$		
SR CrV- sCrV	Français	Pour /b/d/, pour /CrV/ et /sCrV/ $\Delta F2_{\text{bèg}} > \Delta F2_{\text{flu}}$	 $\Delta F2$	
	Italiens	Pour b/d/g, pour /CrV/ $\Delta F2_{\text{bèg}} = \Delta F2_{\text{flu}}$  Pour b/d/g, pour /sCrV/ $\Delta F2_{\text{bèg}} > \Delta F2_{\text{flu}}$		
AAF CV - sCV	Français	Pour /CV/ et /sCV/ $\Delta F2_{\text{bègAAF}} = \Delta F2_{\text{bègSR}}$	 $\Delta F2$ uniquement pour les bègues italiens	Condition AAF, améliorante, entraîne un comportement inverse de ce qui est observé en SR  ↓ Interprétation difficile car résultats paradoxaux par rapport à ceux sur $k$ en AAF
	Italiens	Pour /CV/ et /sCV/ $\Delta F2_{\text{bègAAF}} < \Delta F2_{\text{bègSR}}$		
AAF CrV - sCrV	Français	Pour /CrV/ et /sCrV/ $\Delta F2_{\text{bègAAF}} = \Delta F2_{\text{bègSR}}$	 $\Delta F2$ uniquement pour les bègues italiens	
	Italiens	$\Delta F2_{\text{bègAAF}} < \Delta F2_{\text{bègSR}}$		

Tableau 32 : Tableau synthétique des résultats obtenus au niveau de la pente  $k$  et au niveau des  $\Delta F2$ .

### 3.2.4 Interprétation des résultats

Globalement, le tableau synthétique des résultats montre que la pente de coarticulation  $k$  est diminuée chez les bègues en SR (par rapport à celle des fluents) et cette diminution est accentuée en AAF chez les bègues des deux langues. Concernant les résultats obtenus au niveau des  $|\Delta F2|$ , ils sont globalement augmentés en SR sur le second niveau de complexité (CrV-sCrV) pour les bègues français, et aux deux niveaux de complexité (Crv-sCrV) pour les bègues italiens. La condition AAF n'entraîne aucun changement chez les bègues français (par rapport à SR). Elle entraîne un effet inverse à celui observé en SR chez les bègues italiens. Les  $|\Delta F2|$  des bègues italiens sont diminués en condition AAF. Ce résultat est particulièrement questionnant. En effet,

pour les mesures de pente  $k$ , la situation AAF entraîne une augmentation des valeurs, donc une diminution de la coarticulation. Il aurait été logique de rencontrer le même pattern sur les mesures de  $|\Delta F2|$ . Pourtant, de manière étonnante, ces mesures chez les italiens sont plutôt diminuées en AAF, ce qui correspondrait à une augmentation de la coarticulation. Ainsi, nous ne savons pas vraiment comment interpréter ce résultat. Ces résultats paradoxaux trouvés en AAF pour les Italiens remettent en question le bienfondé de notre hypothèse qui stipulait que si la condition AAF donnait les mêmes tendances que la condition SR, nous pourrions peut-être interpréter les résultats en SR comme reflétant des stratégies de compensation ; et si les résultats en AAF montraient des valeurs inversées par rapport à ceux en SR, alors nous aurions pu interpréter ces derniers comme une fragilité. Cependant, ici, nous nous retrouvons confrontés aux deux situations supposées à la fois. Certes, les mesures ne sont pas exactement les mêmes, mais elles se basent toutes deux sur les valeurs de F2 prises au début (pour les pentes  $k$ ), à 10% ( $\Delta F2$ ) et à 50% (pour  $k$  et  $\Delta F2$ ) de la transition de F2. Ainsi, nous nous attendions à des tendances cohérentes pour les  $k$  et les  $\Delta F2$ . Ce n'est pas le cas en situation AAF pour les bègues italiens. Nous ne pouvons donc que souligner l'aspect très questionnant de ces résultats et remettre en doute notre proposition d'utiliser les valeurs de  $k$  ou  $\Delta F2$  obtenues en condition AAF pour interpréter celles obtenues en condition SR.

Finalement, les théories sur le contrôle moteur stipulent que des gestes plus amples favorisent un gain en stabilité motrice par un gain au niveau du feedback kinesthésique. D'autres auteurs (Hirsch, 2007 ; Pisciotto et al., 2010) suggèrent aussi qu'il est possible de se baser sur une notion d'effort pour interpréter les résultats : des mouvements de faible amplitude demanderaient moins d'effort et pourraient être réalisés dans le but de compenser le trouble. Les deux interprétations qui paraissent contraires, sont faites sur deux critères différents : l'un basé sur le feedback kinesthésique, l'autre sur l'effort lors de la réalisation articulaire. Il est possible que deux stratégies différentes puissent être utilisées pour compenser le trouble : l'une en augmentant les mouvements articulaires pour gagner en feedback kinesthésique, l'autre en réduisant les mouvements articulaires pour réduire l'effort et aller à l'encontre des tensions présentes dans la parole bègue. Finalement, est-ce que le fait d'atténuer le degré de coarticulation donc d'adopter une parole dont les cibles articulaires sont plus précises ou au contraire, de l'augmenter, donc d'adopter une parole dont les cibles sont atteintes avec moins d'effort comme cela est pratiqué dans certaines techniques de fluence (contacts doux), ne seraient pas deux stratégies différentes pour arriver au même but : compenser le bégaiement ? La première stratégie serait **une stratégie par gain des retours sensoriels**, la seconde serait **par réduction de l'effort articulaire**.



Quoiqu'il en soit, nous avons conscience que l'interprétation des différences de degrés de coarticulation observés entre bégues et les fluents en parole fluente reste difficile et forcément sujette à débats. Différencier les effets d'adaptation ou de compensation des manifestations directes des mécanismes du bégaiement reste délicat (van Lieshout et al., 2004).

Toutefois, quelle que soit l'interprétation donnée, il semble bien que la complexité (de la tâche ou phonologique) ait un impact sur le bégaiement. De nombreuses études prenant des mesures différentes (Bosshardt et al. (2002) ; Werber-Fox et al. (2008) ; Hennessey et al. (2008) pour des mesures de temps de réaction ; Kleinow & Smith (2000) ; Smith et al. (2010) ; Chon (2010) ; Namasivayam & van Lieshout (2011) pour des mesures cinématiques ; Hirsch (2007) pour des mesures acoustiques) se rejoignent pour dire que globalement la production de parole des personnes qui bégaiement est fragilisée par l'augmentation de la complexité, notamment linguistique. **Ainsi, malgré la variabilité du trouble, malgré la diversité des mesures prises (temps de réaction, mesures cinématiques, mesures acoustiques), malgré aussi les différences imposées par la langue parlée, une constance peut être notée dans la production de la parole fluente des personnes qui bégaiement : une sensibilité à la complexité (de la tâche, ou phonologique) plutôt interprétée comme relevant d'une fragilité. Ainsi, il nous semble que ce constat est en accord avec la théorie des capacités motrices de parole *limitées* des personnes qui bégaiement de van Lieshout et al. (2004). Il existerait dans la parole des personnes qui bégaiement, une difficulté d'adaptation du système moteur de la parole aux différents changements et contraintes extérieures (complexité de la tâche, notamment de la complexité phonologique, perturbation des feedbacks proprioceptifs, augmentation du débit de parole).** Cela s'inscrit en faveur du modèle multifactoriel (Smith, 1999) selon lequel les performances du système moteur de la parole bégue sont impactées par la complexité linguistique. **Nos résultats semblent également aller dans ce sens. Ils semblent confirmer que, dans le bégaiement la complexité phonologique influence les productions.**

Cette sensibilité à la complexité revêt un intérêt particulier en pratique clinique. En effet, si notamment la complexité de la tâche et de l'item à produire induit des difficultés même en parole fluente, alors il est certainement utile de hiérarchiser les exercices de fluence en fonction de la complexité du matériel linguistique. De plus, si réellement, la parole bégue présente un manque d'adaptation aux différents facteurs de déstabilisation, il paraît utile de travailler les capacités d'adaptation en alternant les exercices avec et sans perturbation (avec et sans complexité, alterner

les différents types de débits, avec et sans perturbation des différents feedbacks sensoriels), de manière à pousser le système moteur à plus de capacité d'adaptation.

La suite des analyses présente les résultats des adultes français et italiens et ceux des enfants Français en montrant ce qui se passe au niveau des erreurs et des disfluences dans cette tâche de répétition.

De manière générale, nous retrouvons les résultats de la littérature. La coarticulation est influencée par la langue et par les lieux d'articulation des consonnes.

Concernant la parole fluente des personnes qui bégayaient nous retenons trois aspects intéressants. Premièrement, des différences au niveau de la coarticulation apparaissent entre les personnes qui bégayaient et les personnes fluentes dans les deux langues. Ainsi, sur le continuum de la fluence proposé par Peters et al. (2000), les bégues et les fluents ne se trouvent pas nécessairement au même endroit même en parole fluente. Deuxièmement, le comportement des personnes qui bégayaient par rapport à leurs homologues fluents diffère parfois d'une langue à l'autre. Ainsi, cette notion paraît intéressante à exploiter dans la prise en charge des personnes bégues bilingues. Troisièmement, la parole fluente des bégues des deux langues semble influencée par la complexité phonologique. Cette influence de la complexité phonologique que nous trouvons semble confirmer une constante qui se dessine malgré la variabilité du trouble. Malgré les différentes mesures prises dans différentes études, les différences entre bégues et fluents se manifestent plus facilement lorsque des facteurs déstabilisants sont présents. Ce constat semble confirmer l'hypothèse des capacités motrices de parole *limitées* chez les personnes qui bégayaient. Là encore, ce résultat paraît intéressant à exploiter dans la prise en charge orthophonique, en suggérant des exercices de fluence basés sur une complexité phonologique variable.

Enfin, tout au long de la présentation des résultats dans ce chapitre, nous nous sommes questionnés sur l'interprétation à faire des différences coarticulatoires observées entre les bégues et les fluents. Nous avons suggéré d'utiliser la condition AAF pour interpréter les résultats obtenus en SR, mais cette stratégie s'est révélée peu efficace puisque nous avons des résultats paradoxaux. En revanche, les résultats et interprétations faites lors de précédentes études nous ont orienté vers l'hypothèse de l'existence de deux possibles stratégies pour compenser le bégaiement : l'une basée sur le gain de retour sensoriel par réalisation de mouvements articulatoires amples, l'autre basée sur la réduction du coût articulatoire par la réalisation de mouvements articulatoires réduits. Cette dernière est déjà utilisée dans les *contacts doux*, une des techniques de fluence.

## Chapitre 8

---

Résultats et discussion pour l'étude des  
disfluences et des erreurs sur la tâche de  
répétition

Ce chapitre présente les résultats obtenus au niveau des mesures comportementales prises dans la production de parole des personnes qui bégaièrent : disfluences, erreurs et phénomènes de lénition. Nous présentons les résultats des adultes bègues français et italiens et des enfants bègues français. L'analyse des disfluences est faite dans les deux conditions de feedback auditif (SR et AAF). L'analyse des erreurs et phénomènes de lénition est faite en condition SR et compare bègues et fluents.

## ***1 Analyse des disfluences***

L'analyse des disfluences fait l'objet de statistiques descriptives. Dans chaque condition, nous présentons d'abord les résultats des adultes puis ceux des enfants. L'analyse des disfluences a été faite selon plusieurs angles. Toutes les disfluences ont été annotées : celles qui tombent sur les syllabes-cibles et celles qui tombent ailleurs dans la phrase porteuse.

- Nous avons quantifié le nombre total de disfluences.
- Nous avons étudié la répartition de ces disfluences en fonction de leur place dans le mot : initiale (premier phonème), médiane (milieu de mot), ou finale (dernier phonème).
- Nous avons étudié l'influence de la **structure de la syllabe-cible** sur l'apparition des disfluences dans la phrase porteuse. Nous voulons savoir si l'apparition des disfluences est influencée par la présence de syllabes-cibles complexes dans les phrases porteuses. Autrement dit, nous voulons voir s'il y a plus de disfluences dans les phrases porteuses de syllabes-cibles complexes.
- Enfin, nous avons analysé l'influence de **la structure de la syllabe sur laquelle les disfluences tombent**. Est-ce que les disfluences sont plus portées par des syllabes de type V, CV, CCV, ou CCCV ? Cette analyse nous permet de voir réellement sur quel type de syllabe se porte la disfluence.

### **1.1 EN CONDITION SR**

#### ***1.1.1 Chez les adultes***

##### ***1.1.1.1 Les disfluences***

Les tableaux ci-dessous (pour les Français en haut ; pour les Italiens en bas), nous donnent plusieurs informations :

- les locuteurs dans la première colonne
- la sévérité du bégaiement de chacun des locuteurs (calculée avec le SSI-3)

- le total de disfluences produites par le sujet lors de la répétition des phrases
- le total de phrases porteuses prononcées (celui-ci varie légèrement entre les sujets, car parfois nous avons demandé au participant de répéter certaines phrases que l'on pensait mal enregistrées en raison d'un bruit environnant ou autre...)
- les trois dernières colonnes donnent la répartition des disfluences en fonction de leur localisation dans le mot. Une disfluence initiale est une disfluence qui tombe sur le premier phonème. Une disfluence médiane tombe en milieu de mot. La finale est celle qui tombe sur le dernier phonème.

Locuteurs Français	Sévérité du bégaiement	Total disf	Total phrases porteuses	Nbr_disf_i	Nbr_disf_m	Nbre_disf_f
A	L	0	133	0	0	0
D	L	0	132	0	0	0
J	M	0	130	0	0	0
C	M	2	132	2	0	0
H	S	2	135	2	0	0
I	M	3	131	3	0	0
F	S	7	135	4	0	0
E	M	11	136	7	0	0
G	M	12	134	11	0	0
B	M	29	134	10	2	0

Locuteurs Italiens	Sévérité du bégaiement	Total disf	Total phrases porteuses	Nbr_disf_i	Nbr_disf_m	Nbre_disf_f
AB	L	0	132	0	0	0
W	TL	0	131	0	0	0
V	L	0	131	0	0	0
U	M	0	133	0	0	0
AC	L	0	148	0	0	0
Y	M	1	130	1	0	0
AE	M	1	133	1	0	0
AD	S	15	128	15	0	0
Z	M	17	132	9	8	0
AA	L	18	132	18	0	0
X	S	44	130	33	11	0

Tableau 33 : Sévérité du bégaiement, total de disfluences produites lors de la tâche de répétition, total de phrases porteuses, et répartition des disfluences en fonction de la localisation : initiale (Nbr\_disf\_i), médiane (Nbr\_disf\_m), finale (Nbr\_disf\_f) chez les sujets bégues français (en haut) et italiens (en bas)

Nous observons que les participants ne produisent pas tous des disfluences lors de cette tâche de répétition de phrases porteuses. Chez l'ensemble des personnes qui font des disfluences, celles-ci sont classiquement portées à l'initiale des mots. Enfin, précisons que ce ne sont pas forcément les personnes dont le bégaiement est sévère qui font le plus de disfluences dans ce genre de situation de parole et inversement. Par exemple, le Français H a un bégaiement sévère et ne fait que 2 disfluences, alors que B a un bégaiement modéré et fait 29 disfluences.

### 1.1.1.2 Rôle de la structure syllabique

Les phrases porteuses ont été réparties en trois catégories établies en fonction de la structure de la syllabe-cible :

- les phrases contenant des syllabes-cibles /V/
- les phrases contenant des syllabes-cibles /CV/
- les phrases contenant des syllabes-cibles /CCV ou CCCV/

La figure 41 montre, chez les 4 sujets français et italiens qui font le plus de disfluences, la répartition des disfluences en fonction de la catégorie de phrases porteuses. Le tableau qui suit donne, pour chaque catégorie de phrases porteuses :

- le nombre de disfluences
- le nombre total de phrases porteuses dans chaque catégorie
- le pourcentage de disfluences

Ainsi, cela nous renseigne sur le pourcentage de disfluences contenues dans les différentes catégories de phrases porteuses, donc sur l'influence de la structure des syllabes-cibles contenues dans ces phrases.

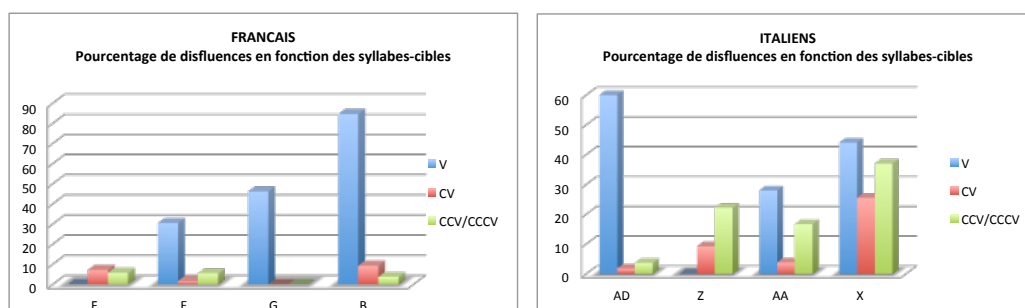


Figure 41 : Répartition des disfluences, chez chacun des sujets, en fonction de la structure de la syllabe-cible, pour les Français (à gauche) et pour les Italiens (à droite).

	Loc	Nbr_disf V	total V	% de disf V	Nbr_disf CV	total CV	% de disf CV	Nbr_disf CCV	Total CCV/CCCV	% de disf CCV/CCCV
FR	F	0	26	0	4	56	7,1	3	53	5,6
	E	7	23	30,4	1	58	1,7	3	55	5,4
	G	12	26	46,1	0	54	0	0	54	0
	B	22	26	84,6	5	54	9,2	2	54	3,7
IT	AD	12	20	60	1	54	1,8	2	54	3,7
	Z	0	24	0	5	54	9,2	12	54	22,2
	AA	7	25	28	2	53	3,7	9	54	16,6
	X	11	25	44	13	51	25,4	20	54	37

Tableau 34 : Pour chaque catégorie de phrase, nombre de disfluences (Nbr\_disf...), total de phrases porteuses (total...), et pourcentage de disfluence (%disf...).

Nous remarquons que la complexité de la syllabe-cible contenue dans la phrase porteuse ne paraît pas influencer l'apparition des disfluences pour les bègues français. Chez les bègues italiens, l'influence des syllabes complexes est plus importante sans qu'elle soit prépondérante. Autrement dit, les disfluences des bègues italiens paraissent plutôt apparaître au sein des phrases contenant des syllabes-cibles complexes. Ce n'est pas le cas des français. Cela ne nous renseigne pas sur la structure de la syllabe sur laquelle se portent les disfluences. Cette analyse nous donne juste une indication sur la catégorie de phrases porteuses dans laquelle les disfluences tombent de manière préférentielle. Ainsi, nous avons voulu voir sur quel type de syllabes les disfluences avaient tendance à tomber.

La figure 42 montre, pour les sujets français et italiens, la répartition des disfluences en fonction de la structure de la syllabe sur laquelle tombe réellement la disfluence. Nous avons calculé le pourcentage des disfluences tombant sur chaque type de syllabe par rapport au nombre total de disfluences. Le tableau qui suit donne les nombres de disfluences en fonction de chaque type de syllabe et les pourcentages calculés.

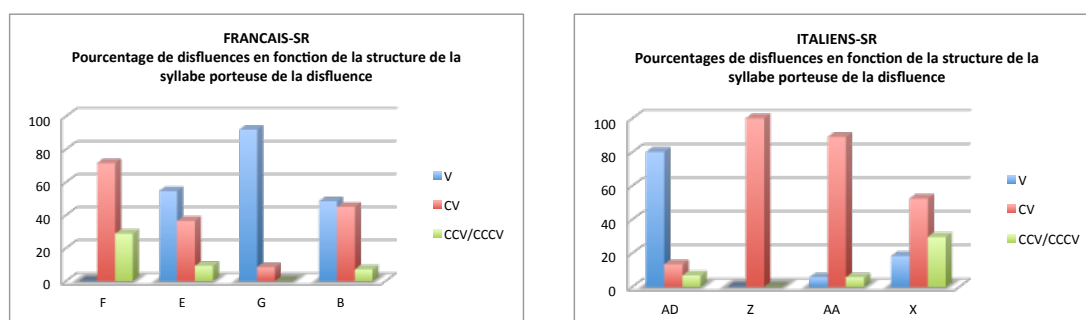


Figure 42 : Pour chaque sujet, répartition des disfluences en fonction de la structure de la syllabe sur laquelle tombent les disfluences.

	locuteurs	Total disf	Nbr_disf V	% de disf V	Nbr_disf CV	% disf CV	Nbr disf CCV/CCCV	% disf CCV/CCCV
FR	F	7	0	0	5	71,4	2	28,6
	E	11	6	54,5	4	36,3	1	9,1
	G	12	11	91,6	1	8,3	0	0,0
	B	29	14	48,2	13	44,8	2	6,9
IT	AD	15	12	80,0	2	13,3	1	2,2
	Z	17	0	0,0	17	100	0	0
	AA	18	1	5,6	16	88	1	2,2
	X	44	8	18,2	23	52,2	13	29,5

Tableau 35 : Nombre total de disfluences faites par chaque sujet (Total\_disf), puis dans chaque catégorie de phrase, pourcentage de disfluences (%disf...)

Nous observons que chez les Français, les disfluences tombent en grande majorité sur les voyelles (3 sujets sur 4), alors que chez les Italiens, la grande majorité tombe sur des syllabes de type /CV/ (3 sujets sur 4).



Ainsi, le principal résultat de cette analyse semble être que les disfluences, dans une tâche peu écologique comme la répétition de syllabes dans des phrases porteuses, ne sont pas influencées par la complexité phonologique qu'elle soit portée par la syllabe-cible contenue dans la phrase porteuse ou par la syllabe disfluente elle-même.

### **1.1.2 Chez les enfants français**

#### **1.1.2.1 Les disfluences**

La version du protocole utilisé chez les enfants est réduite car trop longue pour des enfants de 6-8 ans. Nous avons supprimé les phrases porteuses contenant les syllabes /CrV/ et /sCrV/. Ainsi, pour les voyelles isolées et les syllabes simples, ils ont le même protocole que les adultes, pour les syllabes complexes, ils n'ont que les /sCV/ qui sont à la fois complexes sur le plan articulatoire et rares en français.

Le tableau ci-après nous donne plusieurs informations :

- les locuteurs dans la première colonne
- la sévérité du bégaiement de chacun des locuteurs (calculée avec le SSI-3)
- le total de disfluences produites par le sujet lors de la répétition des phrases
- le total de phrases porteuses prononcées (celui-ci varie légèrement entre les sujets, car parfois nous avons demandé au participant de répéter une fois supplémentaire certaines phrases que l'on pensait mal enregistrée en raison d'un bruit environnant...)
- les trois dernières colonnes donnent la répartition des disfluences en fonction de leur localisation dans le mot.

Locuteurs	Sévérité du bégaiement	Total disf	Total phrases porteuses	Nbr_disf_i	Nbr_disf_m	Nbre_disf_f
EG	M	0	62	0	0	0
ED	M	6	63	6	0	0
EB	S	9	62	9	0	0
EH	L	9	61	9	0	0
EI	M	14	63	14	0	0
EC	M	22	60	22	0	0
EF	M	26	62	26	0	0
EA	S	73	61	73	0	0

Tableau 36 : Sévérité du bégaiement, total de disfluences produites lors de la tâche de répétition, total de phrases porteuses, et répartition des disfluences en fonction de la localisation : initiale (Nbr\_disf\_i), médiane (Nbr\_disf\_m), finale (Nbr\_disf\_f) chez les enfants bégues français.

Nous remarquons, comme chez les adultes, que ce ne sont pas nécessairement ceux qui ont le bégaiement le plus sévère qui font le plus de disfluences dans cette situation de parole.

Toutes les disfluences se trouvent en début de mot.

#### *1.1.2.2 Rôle de la structure de la syllabe*

Les phrases porteuses ont été réparties en trois catégories établies en fonction de la structure de la syllabe-cible :

- les phrases contenant des syllabes-cibles /V/
- les phrases contenant des syllabes-cibles /CV/
- les phrases contenant des syllabes-cibles /CCV ou CCCV/

La figure 43 montre, chez les enfants français, la répartition des disfluences en fonction de la catégorie de phrases porteuses. Le tableau qui suit donne, pour chaque catégorie de phrases porteuses :

- le nombre de disfluences
- le nombre total de phrases porteuses dans chaque catégorie
- le pourcentage de disfluences

Ainsi, cela nous renseigne sur le pourcentage de disfluences contenues dans les différentes catégories de phrases porteuses, donc sur l'influence de la structure des syllabes-cibles sur l'apparition des disfluences contenues dans ces phrases.

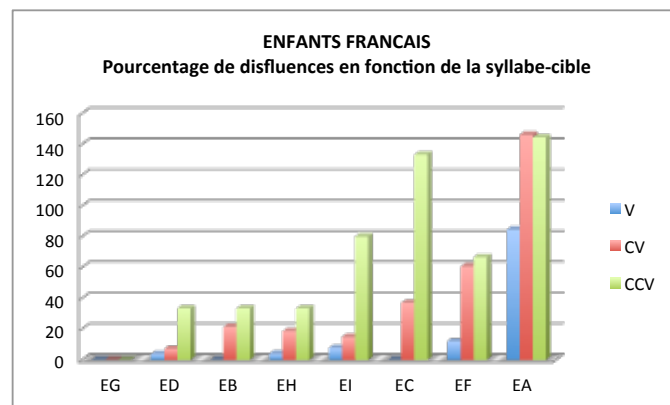


Figure 43 : Pourcentage de disfluences en fonction de la structure de la syllabe-cible.

Loc Français	disf V	total V	% disf V	disf CV	total CV	% disf CV	disf CCV	totalCCV	% disf CCV
EG	0	25	0	0	28	0	0	9	0
ED	1	26	3,8	2	28	7,1	3	9	33,3
EB	0	25	0	6	28	21,4	3	9	33,3
EH	1	25	4	5	27	18,5	3	9	33,3
EI	2	26	7,6	4	27	14,8	8	10	80
EC	0	24	0	10	27	37	12	9	133,3
EF	3	25	12	17	28	60,7	6	9	66,6
EA	22	26	84,6	38	26	146,1	13	9	144,4

Tableau 37 : Pour chaque catégorie de phrase, nombre de disfluences (Nbr\_disf...), total de phrases porteuses (total...), et pourcentage de disfluence (%disf...).

Contrairement aux adultes français, dont les disfluences ne tombaient pas plus dans les catégories de phrases portant des syllabes CCV/CCCV, les enfants bègues français ont une majorité de disfluences dans les phrases porteuses de syllabes-cibles complexes. Et cela reste vrai lorsqu'on regarde la structure des syllabes sur lesquelles se portent les disfluences, comme le montre la figure 44 :

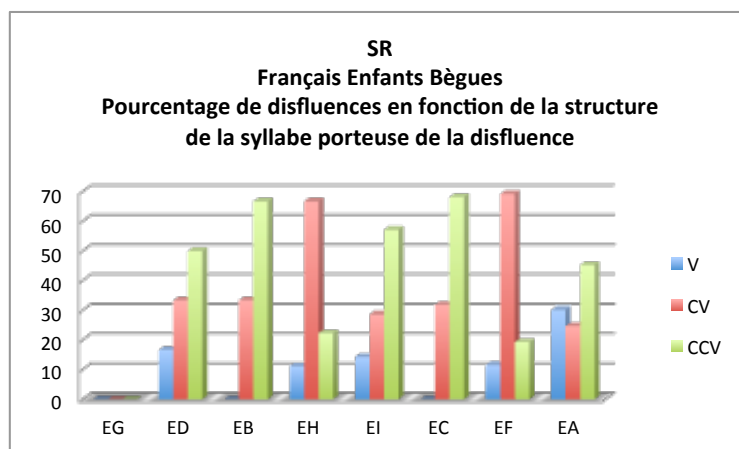


Figure 44 : Pour chaque sujet, répartition des disfluences en fonction de la structure de la syllabe sur laquelle tombent les disfluences.

Locuteurs	Nbr disf V	% disf V	Nbv disf CV	% disf CV	Nbv disf CCV	% disf CCV
EG	0	0	0	0	0	0
ED	1	16,6	2	33,3	3	50
EB	0	0	3	33,3	6	66,6
EH	1	11,1	6	66,6	2	22,2
EI	2	14,2	4	28,5	8	57,1
EC	0	0	7	31,8	15	68,1
EF	3	11,5	18	69,2	5	19,2
EA	22	30,1	18	24,6	33	45,2

Tableau 38 : Nombre de disfluences faites par chaque sujet (Nbr\_disf...), puis dans chaque catégorie de phrase, pourcentage de disfluences (%disf...)

### 1.1.3 Interprétation des résultats

Globalement, plus d'enfants que d'adultes bègues ont tendance à faire des disfluences dans cette tâche de répétition. Il est possible que le caractère totalement nouveau de la tâche les ait déstabilisés, et qu'ils se soient plus difficilement adaptés que les adultes.

Très classiquement, chez les adultes des deux langues, comme chez les enfants français, les disfluences se portent majoritairement en initiale de mots. Nous confirmons donc les données de Brown (1945). Par ailleurs, en parole spontanée, en anglais (Howell et al., 2000 ; Howell et al., 2006), en espagnol (Howell & Au-Yeung, 2007), en allemand (Dowrzynski & Howell, 2004), il est montré que le bégaiement de l'adulte est influencé par la complexité phonologique du début des mots, alors que celui de l'enfant ne l'est pas. Ainsi, le bégaiement évolue avec le temps et devient sensible à la complexité phonologique. Nos résultats sur cette tâche de répétition ne vont pas dans le sens de ces dernières recherches. Les disfluences des adultes ne sont pas influencées par la complexité phonologique, alors que celles des enfants paraissent l'être. Plusieurs explications sont possibles. La première est que la situation non-écologique de cette tâche ne permette pas de faire ressortir les facteurs influençant l'apparition des disfluences en parole spontanée chez l'adulte. La seconde concerne l'influence de la complexité phonologique sur le bégaiement de l'enfant. Rappelons que pour ces enfants français, les syllabes-cibles complexes à prononcer sont toutes rares. Ainsi, dans cette tâche, c'est peut-être le caractère rare des disfluences plus que la complexité articulatoire qui suscite l'apparition des disfluences chez ces enfants. Pourtant, Anderson & Byrd (2008), en parole spontanée chez l'enfant, ne trouvent pas d'influence de la probabilité phonotactique sur l'apparition des disfluences. Il est possible que la parole spontanée, notamment chez l'enfant, ne favorise pas naturellement la production de séquences véritablement rares. C'est peut-être la raison pour laquelle les auteurs ci-dessus ne font pas ressortir d'influence de la probabilité phonotactique. Dans une tâche contraignante, peu commune pour l'enfant, dans laquelle de nombreuses structures non connues sont à produire, la fréquence des séquences joue probablement un rôle. Il sera intéressant de confronter les résultats des enfants français à ceux

des enfants italiens qui dans les séquences /sCV/ ont des séquences de probabilité phonotactique fréquentes (/sba/ et /sga/) et rares (/sda/).

## 1.2 EN CONDITION AAF

### 1.2.1 Chez les adultes français et italiens

Le tableau suivant montre le nombre de disfluences en AAF en comparaison à celui en SR

Locuteurs Français	Nbr disf SR	Nbr disf AAF	Locuteurs Italiens	Nbr disf SR	Nbr disf AAF
B	29	0	U	0	0
D	0	0	V	0	0
F	7	0	W	0	0
G	12	0	X	44	0
I	3	0	Y	1	0
J	0	0	AA	18	0
H	2	1	AB	0	0
C	2	2	AC	0	0
E	11	2	AE	1	0
A	0	6	Z	17	1
			AD	15	2

Tableau 39 : Nombre de disfluences fait en SR (Nbr\_disfSR) et, celui obtenu en AAF (Nbr\_disfAAF), pour les sujets adultes bègues français et italiens.

Nous remarquons que ceux qui faisaient beaucoup de disfluences sont très améliorés. Un seul locuteur, du côté des Français (A), est perturbé par la condition de feedback auditif modifié. Il ne faisait pas de disfluence sur cette tâche en SR et en fait 6 en AAF.

### 1.2.2 Chez les enfants français

Le tableau ci-dessous présente le nombre de disfluences faites par les enfants en situation AAF et, pour comparaison, en situation SR.

Sujets	Nbr disf SR	Nbr disf AAF
EA	73	8
ED	6	0
EF	26	8
EB	9	2
EG	0	1
EC	22	4
EH	9	3
EI	14	4

Tableau 40 : Pour les enfants bègues français, nombre de disfluences en SR (Nbr\_disfSR) et celui obtenu en AAF (Nbr\_disfAAF).

Tous les enfants qui faisaient des disfluences en SR en font moins, voire beaucoup moins, en situation de feedback auditif modifié. Une enfant n'en faisait pas en SR et en fait une en AAF.

### **1.2.3 Interprétations, discussion des résultats**

Chez les adultes, la condition de feedback auditif modifié est donc très améliorante pour une tâche comme celle de répétition. Nous retrouvons donc les résultats des précédentes études qui montrent que l'effet de l'altération du feedback auditif est important notamment quand la tâche présente un caractère peu impliquant pour la personne (Stuart et al., 2004 ; Armson et al., 2006 ; Armson & Kiefte, 2008, Foundas et al., 2013). Effectivement, sur une tâche de répétition, la modification du feedback auditif fonctionne très bien, et montre un net pouvoir améliorant. Cependant, un de nos sujets est perturbé par la modification du feedback auditif. Ce constat rejoint les conclusions de nombreuses études disant que les effets du AAF sont variables (Howell & Powell, 1987 ; Hargrave et al., 1994 ; Macleod et al., 1995 ; Kalinowski et al., 1996 ; Ingham et al., 1997 ; Armson et al., 1997 ; Zimmerman et al., 1997 ; Armson & Stuart, 1998 ; Howell, 2004 ; Armson et al., 2006 ; Lincoln et al., 2006 ; Armson & Kiefte, 2008 ; Natke, 2000 ; Stuart et al., 1996 ; Stuart et al., 1997).

Les études sur les effets du feedback auditif modifié sont essentiellement conduites chez les adultes. Ces résultats montrent que l'effet peut être également positif chez l'enfant de 6-8 ans.

## **2 Analyse des erreurs**

Comme pour les disfluences, nous avons fait des statistiques descriptives. Nous avons conduit plusieurs types d'analyses :

- le nombre total d'erreurs
- la répartition des erreurs en fonction de la catégorie de phrases porteuses. Cela revient à voir quel type de syllabe-cible influence l'apparition des erreurs dans les phrases porteuses.
- La répartition des erreurs en fonction de la structure de la syllabe sur laquelle se porte réellement l'erreur.
- La répartition des erreurs en fonction de la fréquence d'occurrence de la syllabe-cible.
- Enfin, nous avons souhaité vérifier si ces erreurs apparaissaient sur les mêmes mots ou syllabes-cibles que ceux porteurs des disfluences afin de tester la Covert Repair Hypothesis (CRH, Postma & Kolk, 1993).

Ces analyses ont été conduites en condition SR.

### **2.1 CHEZ LES ADULTES**

Les figures 45 et 46 montrent le nombre d'erreurs faites par chacun des sujets dans les deux langues. Les fluents italiens ne sont pas représentés car aucun ne fait d'erreur.

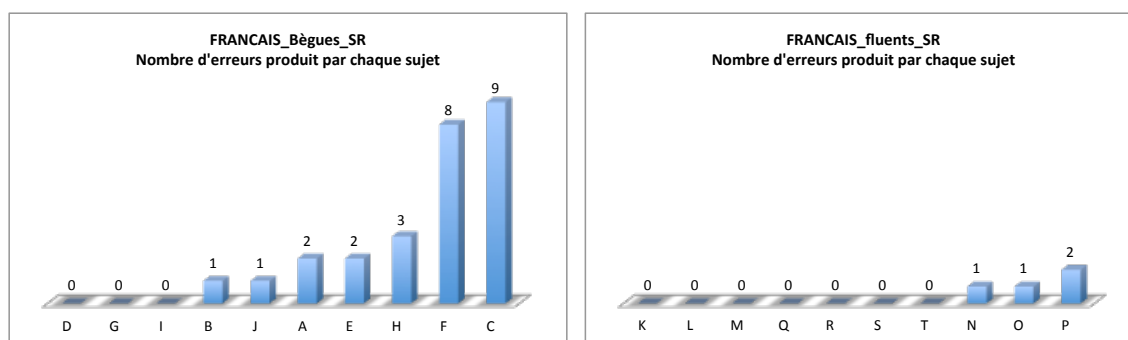


Figure 45 : Chez les Français, nombre d'erreurs faites par les bègues (à gauche) et les fluents (à droite).

La figure 46 montre le nombre d'erreurs faites par les bègues italiens.

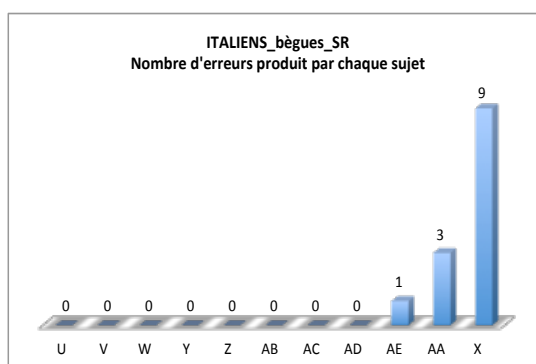


Figure 46 : Nombre d'erreurs faites par les bègues italiens.

Nous observons que non seulement plus de bègues que de fluents font des erreurs, mais également que 3 sujets bègues font globalement plus d'erreurs que les autres, 2 français et 1 italien.

La figure 47 ci-après montre le pourcentage d'erreurs en fonction du nombre total de phrases porteuses réparties en trois catégories : celles qui contiennent des syllabes-cibles /V/, celles qui contiennent des syllabes-cibles /CV/, enfin celles qui contiennent des syllabes-cibles /CCV/CCCV/. Le tableau 41 donne le nombre d'erreurs dans chaque catégorie de phrases porteuses, le nombre de phrases porteuses dans chaque catégorie, et le pourcentage d'erreurs au sein de chaque catégorie de phrases porteuses.

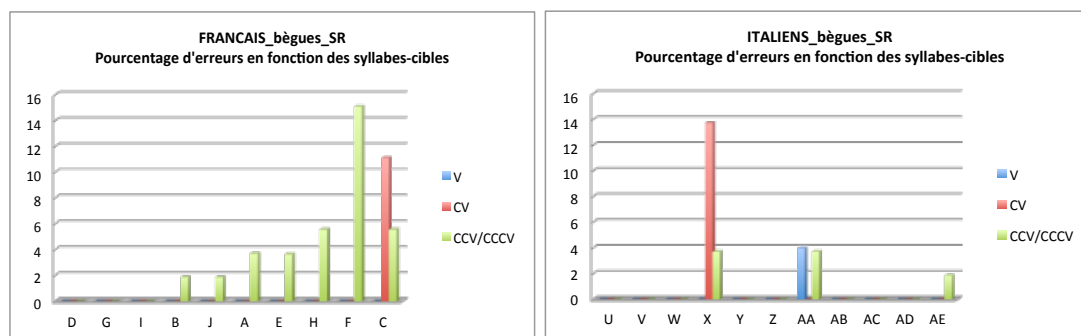


Figure 47 : Proportion d'erreurs en fonction de la structure des syllabes-cibles chez les bègues français (à gauche) et les bègues italiens (à droite).

	Nbr Err V	total V	% Err V	Nbr Err CV	total CV	% Err CV	Nbr Err CCV	total CCV	% Err CCV
D	0	25	0	0	53	0	0	54	0
G	0	26	0	0	54	0	0	54	0
I	0	25	0	0	52	0	0	54	0
B	0	26	0	0	54	0	1	54	1,8
J	0	24	0	0	52	0	1	54	1,8
A	0	25	0	0	54	0	2	54	3,7
E	0	23	0	0	58	0	2	55	3,6
H	0	25	0	0	56	0	3	54	5,5
F	0	26	0	0	56	0	8	53	15
C	0	24	0	6	54	11,1	3	54	5,5

	Nbr Err V	total V	% Err V	Nbr Err CV	total CV	% Err CV	Nbr Err CCV	total CCV	% Err CCV
U	0	25	0	0	54	0	0	54	0
V	0	24	0	0	53	0	0	54	0
W	0	25	0	0	53	0	0	53	0
X	0	25	0	7	51	13,7	2	54	3,7
Y	0	25	0	0	54	0	0	51	0
Z	0	24	0	0	54	0	0	54	0
AA	1	25	4	0	53	0	2	54	3,7
AB	0	25	0	0	53	0	0	54	0
AC	0	28	0	0	60	0	0	60	0
AD	0	20	0	0	54	0	0	54	0
AE	0	25	0	0	54	0	1	54	1,8

Tableau 41 : Dans chaque catégorie de phrases porteuses (définies par la structure des syllabes-cibles /V/, /CV/, ou /CCV/), nombre d'erreurs (Nbr Err.), nombre total de phrases porteuses (total...) et pourcentage d'erreurs (%...), chez les locuteurs français (en haut) et les locuteurs italiens (en bas).

Comme le montre la figure 47, chez les bègues français, ces erreurs semblent influencées par la complexité de la syllabe-cible à produire dans la phrase porteuse, sauf pour C. Pour les Italiens, cette tendance est largement moins nette. Autrement dit, contrairement aux Italiens, chez les bègues français, les erreurs apparaissent essentiellement dans des phrases contenant des syllabes-cibles complexes. Cela ne nous renseigne pas sur quelle syllabe exactement se trouvent les erreurs. Elles peuvent se trouver sur n'importe quel mot ou syllabe de la phrase. Ainsi, nous avons ensuite regardé la structure de la syllabe sur laquelle se portent les erreurs.



De manière intéressante, les graphes suivants montrent que réellement, chez les bègues français, les erreurs se portent très majoritairement sur des syllabes complexes. Chez les 3 Italiens, nous ne retrouvons pas ce pattern.

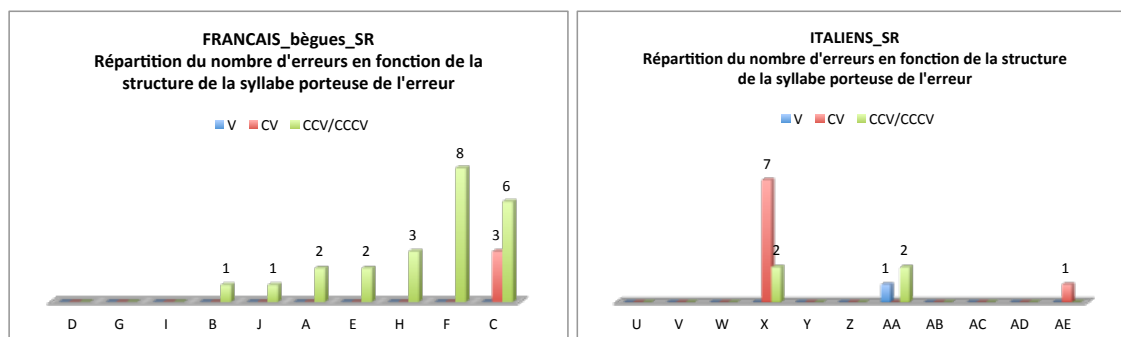


Figure 48 : Répartition, chez les bègues français (à gauche) et les bègues italiens (à droite) du nombre d'erreurs en fonction de la structure de la syllabe porteuse de l'erreur.

Avec toute la prudence imposée par le faible nombre d'erreurs, il semble y avoir, chez les bègues français, une influence de la complexité phonologique sur l'apparition des erreurs. Est-ce que cette influence est plus due à la complexité articulatoire ou à la fréquence d'occurrence de la syllabe-cible dans la langue ? Nous avons voulu vérifier, quelle proportion d'erreurs se trouvait sur des syllabes-cibles de type /CCV/CCCV/ rares et quelle autre se trouvait sur des syllabes-cibles /CCV/CCCV/ fréquentes. Les deux graphes suivants (figure 49) montrent le pourcentage d'erreurs en fonction de la fréquence des syllabes-cibles. Le tableau qui suit donne le nombre d'erreurs sur les syllabes /CCV/CCCV/ rares et fréquentes, le nombre de phrases porteuses contenant ce type de syllabes rares et fréquentes, ainsi que le pourcentage d'erreurs.

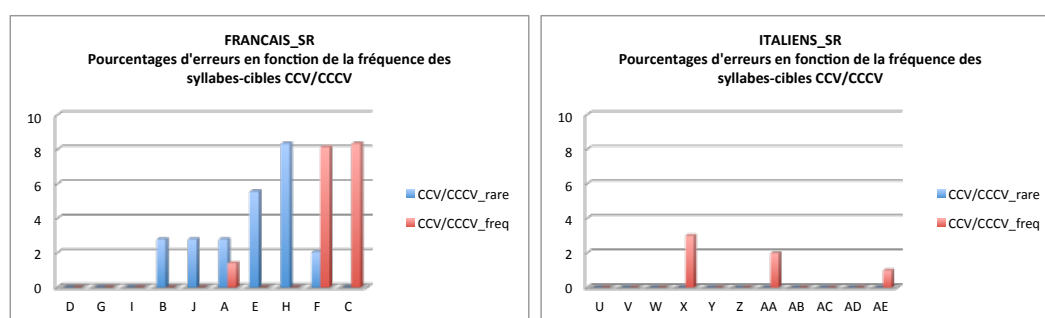


Figure 49 : Pourcentages d'erreurs en fonction de la fréquence des syllabes-cibles CCV/CCCV, chez les Français (à gauche) et les Italiens (à droite).

	Syllabes-cibles RARES			Syllabes-cibles FREQUENTES				Syllabes-cibles RARES			Syllabes-cibles FREQUENTES		
	Nbr Err	total_rares	% err	Nbr Err	total freq	% err		Nbr Err	Total rares	% err	Nbr Err	total- freq	% err
<b>Loc França is</b>							<b>Loc Italie ns</b>						
<b>D</b>	0	36	0	0	71	0	<b>U</b>	0	6	0	0	103	0
<b>G</b>	0	36	0	0	72	0	<b>V</b>	0	6	0	0	102	0
<b>I</b>	0	36	0	0	70	0	<b>W</b>	0	6	0	0	101	0
<b>B</b>	1	36	2,7	0	72	0	<b>X</b>	0	6	0	3	100	3
<b>J</b>	1	36	2,7	0	70	0	<b>Y</b>	0	6	0	0	99	0
<b>A</b>	1	36	2,7	1	72	1,3	<b>Z</b>	0	6	0	0	102	0
<b>E</b>	2	36	5,5	0	76	0	<b>AA</b>	0	6	0	2	101	1,9
<b>H</b>	3	36	8,3	0	74	0	<b>AB</b>	0	6	0	0	101	0
<b>F</b>	1	49	2	7	86	8,1	<b>AC</b>	0	6	0	0	114	0
<b>C</b>	0	36	0	6	72	8,3	<b>AD</b>	0	6	0	0	102	0
							<b>AE</b>	0	6	0	1	102	0,9

**Tableau 42 : Nombre d'erreurs (Nbr Err), total de phrases porteuses contenant des syllabes-cibles rares (total\_rares) ou fréquentes (total\_freq), et le pourcentage d'erreurs dans chaque catégorie (phrases porteuses de syllabes-cibles rares ou fréquentes), dans chacune des langues : français (à gauche), italien (à droite).**

La figure 49 et le tableau 42 montrent que chez les bègues français, 5 personnes sur 7 ont tendance à faire des erreurs dans les phrases contenant des syllabes-cibles rares. Les Italiens quant à eux font uniquement des erreurs que sur des syllabes fréquentes.

Notre protocole est pensé pour pouvoir comparer les deux langues de manière à dissocier l'influence du facteur « complexité articulatoire » de celui « fréquence d'occurrence ». Au regard de ces résultats, et encore une fois, avec grande précaution, nous pensons que le facteur fréquence puisse jouer un rôle important. En effet, les Italiens avaient à prononcer beaucoup plus de syllabes fréquentes que les Français, et les résultats montrent que ce sont essentiellement les Français qui font des erreurs sur les syllabes-cibles rares. Nous pouvons alors supposer que les Italiens en font moins car la fréquence d'occurrence de ces syllabes-cibles complexes dans leur langue est plus élevée.

Nous avons également voulu savoir si les disfluences et les erreurs avaient tendance à se porter dans les mêmes mots ou syllabes-cibles. Effectivement, s'il y a une corrélation entre les deux, nous pouvons supposer que les erreurs et les disfluences puissent avoir tendance à apparaître sur les mêmes items, ce qui rejoindrait l'hypothèse psycholinguistique du bégaiement, la Covert Repair Hypothesis (CRH, Postma & Kolk, 1993).

La figure suivante montre le nombre de mots ou syllabes-cibles porteurs uniquement de disfluences, uniquement d'erreurs, ou des deux à la fois.

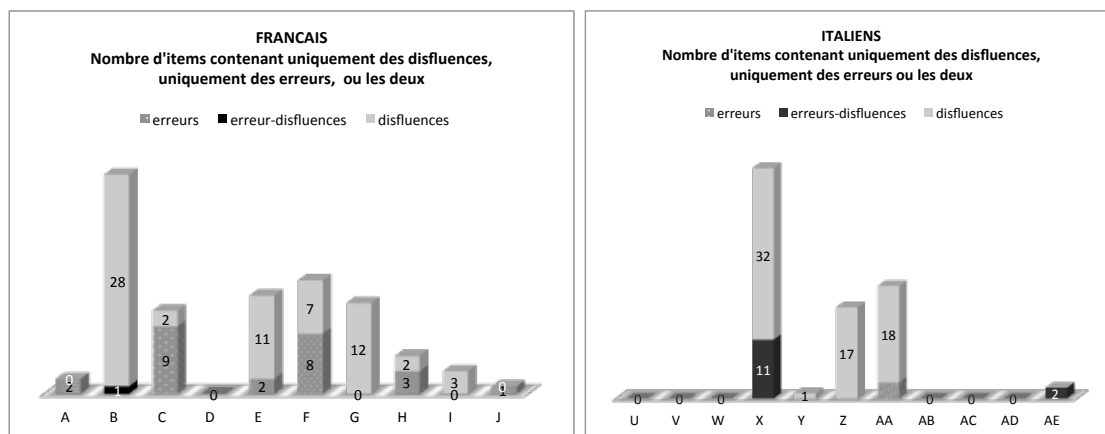


Figure 50 : Chez chacun des sujets bègues français (à gauche) et italiens (à droite), nombre d'items contenant uniquement des disfluences, uniquement des erreurs, ou les deux à la fois.

Nous observons très nettement que la proportion de mots ou syllabes-cibles contenant à la fois une disfluence et une erreur est très faible comparé aux mots ou syllabes-cibles n'en portant qu'un des deux.

## 2.2 CHEZ LES ENFANTS FRANÇAIS

La figure 51 montre le nombre d'erreurs faites par chacun des enfants français, bègues et fluents.

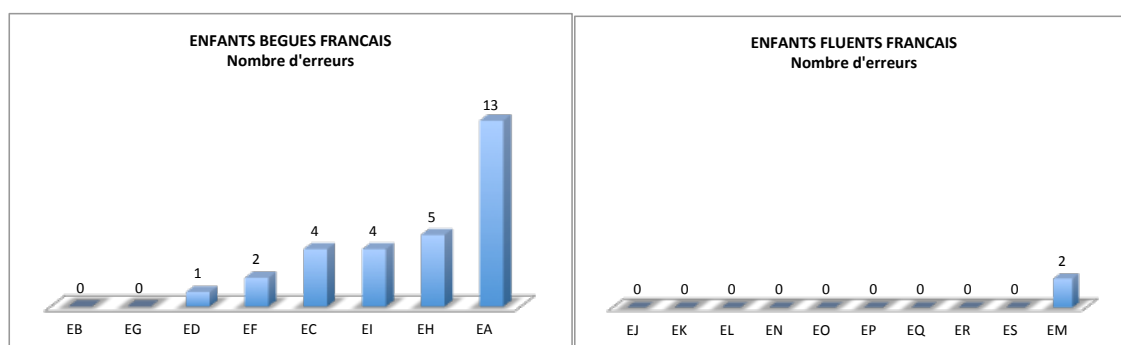


Figure 51 : Nombre d'erreurs chez chacun des enfants bègues et fluents.

Nous constatons, comme chez les adultes, que les enfants bègues français sont plus nombreux à faire des erreurs et en font plus que les enfants fluents.

La figure ci-après montre le pourcentage d'erreurs en fonction du nombre total de phrases porteuses réparties en trois catégories : celles qui contiennent des syllabes-cibles /V/, celles qui contiennent des syllabes-cibles /CV/, enfin celles qui contiennent des /CCV/CCCV/. Le tableau

43 donne le nombre d'erreurs dans chaque catégorie de phrases porteuses, le nombre de phrases porteuses dans chaque catégorie, et le pourcentage d'erreurs au sein de chaque catégorie de phrases porteuses.

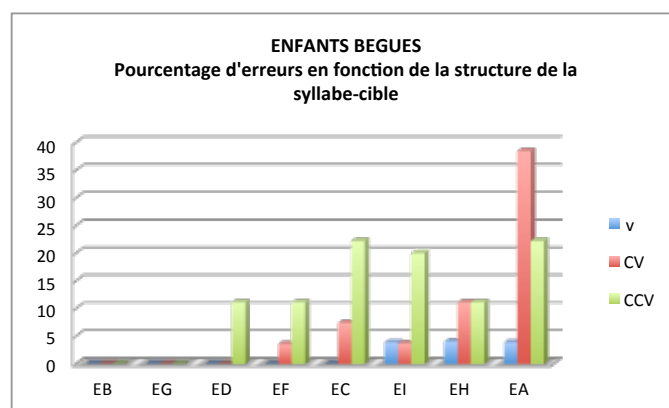


Figure 52 : Répartition des erreurs en fonction de la structure de la syllabe-cible.

	Nbr Err V	total V	% Err V	Nbr Err CV	total CV	% Err CV	Nbr Err CCV	total CCV	% Err CCV
EB	0	25	0	0	28	0	0	9	0
EG	0	25	0	0	28	0	0	9	0
ED	0	26	0	0	28	0	1	9	11,1
EF	0	25	0	1	28	3,5	1	9	11,1
EC	0	25	0	2	27	7,4	2	9	22,2
EI	1	26	3,8	1	27	3,7	2	10	20
EH	1	25	4	3	27	11,1	1	9	11,1
EA	1	26	3,8	10	26	38,4	2	9	22

Tableau 43 : Dans chaque catégorie de phrases porteuses (contenant soit des syllabes-cibles /V/, soit des /CV/, soit des /CCV/), nombre d'erreurs (Nbr Err.), nombre total de phrases porteuses (total...) et pourcentage d'erreurs (%...).

La figure 52 montre que ces erreurs semblent tomber dans des phrases contenant des syllabes-cibles complexes.

La figure suivante montre le nombre d'erreurs en fonction de la structure de la syllabe portant l'erreur.

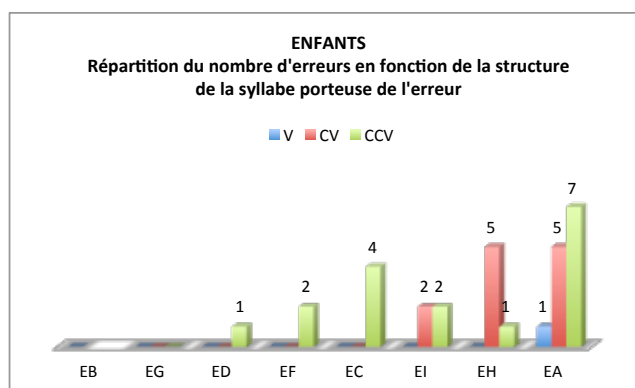


Figure 53 : Répartition, chez les enfants bégues français, du nombre d'erreurs en fonction de la structure de la syllabe porteuse de l'erreur.

Les erreurs semblent se porter plus facilement sur les syllabes complexes. Ainsi, nous retrouvons les données observées chez les adultes français.

Nous avons voulu savoir si les erreurs et les disfluences avaient tendance à apparaître de manière concomitante dans les items produits.

La figure suivante montre le nombre de mots ou syllabes-cibles porteurs uniquement de disfluences, uniquement d'erreurs, ou des deux à la fois.

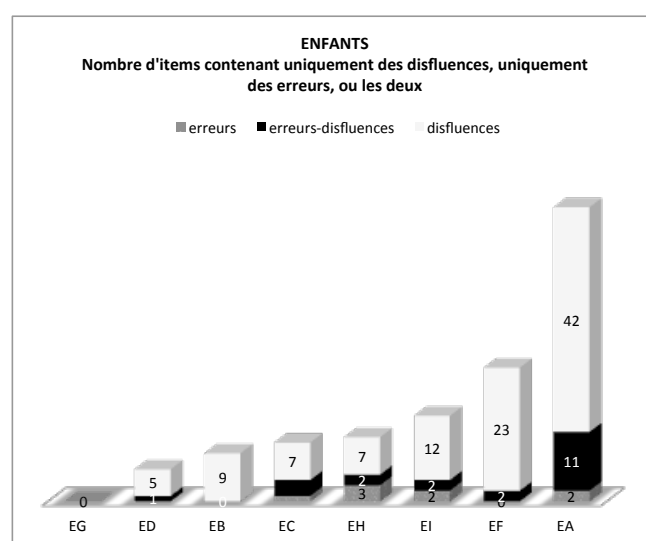


Figure 54 : Chez chacun des enfants bègues Français, nombre d'items contenant uniquement des disfluences, uniquement des erreurs, ou les deux à la fois.

Très peu d'items contiennent à la fois des erreurs et des disfluences.

## 2.3 INTERPRETATION DES RESULTATS

Avec toutes les précautions à prendre puisque nous n'avons que peu d'erreurs et disfluences produites, nos résultats au niveau des erreurs vont à la fois dans le sens de lacunes présentes au niveau de l'encodage phonologique et d'une sensibilité à la complexité, ici phonologique. En effet, globalement, les adultes bègues font plus d'erreurs que les adultes fluents, en français et en italien. Les enfants bègues français font plus d'erreurs que les enfants fluents français. Ce premier constat nous laisse supposer comme Melnick et al. (2003) ; Anderson et al. (2006) ; Byrd et al. (2007) ; Hakim & Bernstein-Ratner, (2004) ; Weber-Fox et al. (2008) ; Sasesikaran et al. (2013) chez l'enfant, et comme Sasisekaran et al., (2006) (sur des jugements de rimes) ; Au-Yeung & Howell (2002) (sur la ré-interprétation des résultats de Packman et al.,

2001) ; Yaruss & Pelczarski (2012) (sur différentes tâches de manipulation et de répétition de non-mots), chez l'adulte, que l'encodage phonologique des adultes et des enfants qui bégaiement de notre corpus puisse être légèrement déficitaire, sans être signe d'un retard ou d'un trouble (rappelons que les adultes et les enfants sélectionnés dans le protocole n'ont pas de trouble associé au bégaiement). Ainsi, nos résultats qui devront être confirmés par de futures recherches, vont dans le sens de la Covert Repair Hypothesis (Postma & Kolk, 1993) qui suggèrent des difficultés au niveau de l'encodage phonologique chez les personnes qui bégaiement.

Par ailleurs, nous remarquons que ce sont les adultes bègues français qui font le plus d'erreurs, et que ces erreurs sont influencées par la complexité de la syllabe-cible ou de la syllabe sur laquelle se porte l'erreur (ce qui se recoupe parfois). En ce sens, nous rejoignons les études qui soulignent une sensibilité à la complexité dans la parole des personnes bègues (Bosshart et al., 2002 ; Weber-Fox et al., 2004 ; Hennessey et al., 2008 ; Smith et al., 2010). Il semble qu'au sein de cette complexité, le facteur fréquence puisse être influant. En effet, il semble, chez les bègues français toujours, que les syllabes complexes influençant la survenue d'erreurs sont majoritairement des syllabes rares. Les adultes bègues italiens, quant à eux, font moins d'erreurs, mais dans le protocole, n'ont qu'une seule syllabe-cible qui soit rare et complexe (les Français en ont 6 fois plus). Ainsi, nous supposons que la fréquence soit un facteur qui puisse influencer l'apparition d'erreurs dans la parole des personnes qui bégaiement, et qui explique que les bègues français fassent plus d'erreurs que les bègues italiens.

Pour ce type de tâche, les enfants bègues français ont le même comportement que les adultes bègues. La complexité a une influence sur l'apparition des erreurs. Nous n'avons pas encore comparé ces résultats à ceux des enfants italiens, mais sachant que pour les enfants français, les syllabes complexes sont toutes rares, nous supposons que chez l'enfant bègue, la fréquence puisse également jouer un rôle dans l'apparition des erreurs. Ainsi, chez les enfants, la fréquence pourrait jouer un rôle dans l'apparition des disfluences et dans celle des erreurs.

Nous avons également voulu savoir si erreurs et disfluences avaient tendance à apparaître sur les mêmes items. Chez les adultes et les enfants bègues français, et chez les adultes italiens, erreurs et disfluences ont plutôt tendance à être séparées. Peut-être que ce type de tâche ne permet pas de révéler l'éventuelle corrélation proposée par la Covert Repair Hypothesis (CRH, Postma & Kolk, 1993). En effet, la CRH stipule que les disfluences sont dues à des erreurs dans l'encodage phonologique. Il nous semble que si cette hypothèse est vraie alors disfluences et erreurs devraient parfois avoir tendance à apparaître sur les mêmes items. Ce n'est pas ce que nous observons pour cette tâche de répétition.

### 3 Analyse des phénomènes de lénition

Comme pour l'analyse des disfluences et des erreurs, l'analyse des phénomènes de lénition est faite à partir de statistiques descriptives. Les phénomènes de lénition n'ont été annotés que dans les syllabes-cibles (lorsque la plosion est affaiblie), dans les syllabes de type /CV/ ou /CCV/ ou /CCCV/. Nous avons analysé :

- Le nombre de phénomènes de lénition dans chacun des groupes de participants.
- le pourcentage total de phénomènes de lénition par rapport au nombre total de phrases porteuses dans les deux catégories (/CV/ et /CCV/CCCV/).

Ces analyses ont été conduites en condition SR.

#### 3.1 CHEZ LES ADULTES

Les figures 55 et 56 montrent le nombre de phénomènes de lénition fait par chacun des sujets bègues et fluents, français et italiens.

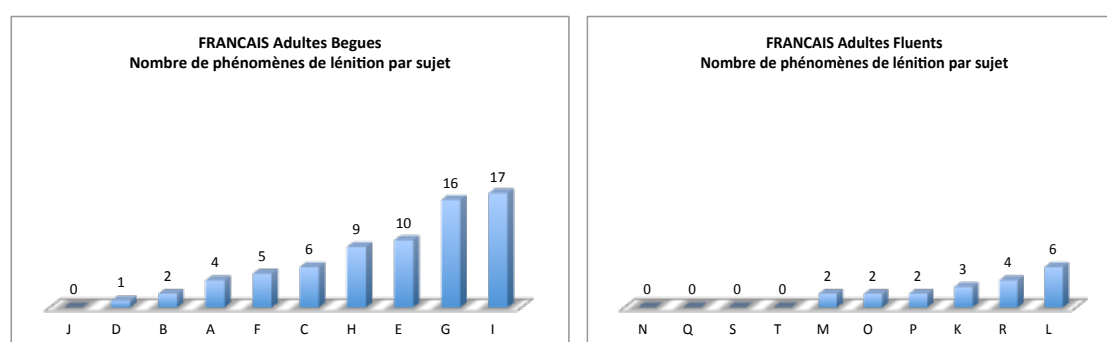


Figure 55 : Nombre de phénomènes de lénition fait par les bègues français (à gauche) et les fluents français (à droite).

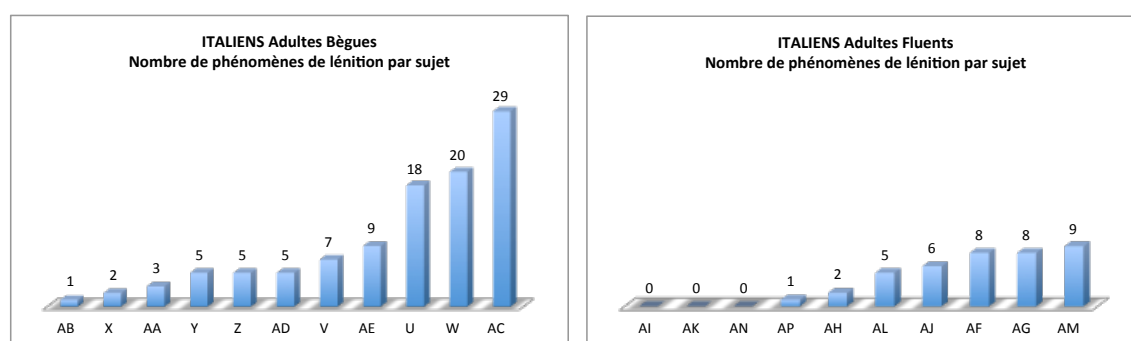


Figure 56 : Nombre de phénomènes de lénition fait par les bègues italiens (à gauche) et fluents italiens (à droite).

Nous remarquons que quasiment tous les bègues font des phénomènes de lénition (sauf un du côté des Français). Une majorité de fluents en fait également. Mais globalement les fluents en font moins que les bègues.

La figure 57 ci-après montre le pourcentage de phénomènes de lénition en fonction du nombre total de phrases porteuses réparties en deux catégories (celles qui contiennent des syllabes-cibles /CV/, et celles qui contiennent des /CCV/CCCV/). Le tableau 44 donne le nombre de phénomènes de lénition dans chaque catégorie de phrases porteuses, le nombre de phrases porteuses dans chaque catégorie, et le pourcentage de phénomènes de lénition au sein de chaque catégorie de phrases porteuses.

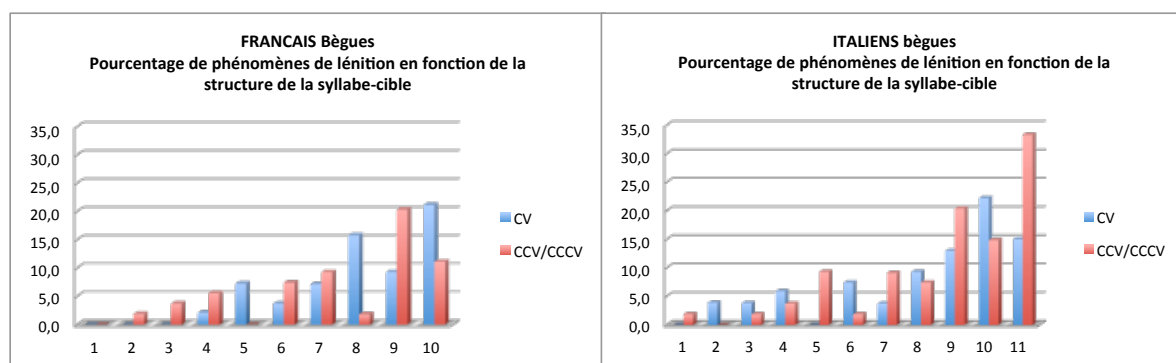


Figure 57 : Proportion de phénomènes de lénition en fonction de la structure des syllabes-cibles chez les bègues français (à gauche) et les bègues italiens (à droite).

	NbrPL_CV	Total_CV	%PL_CV	NbrPL_CCV/CCCV	Total_CCV/CCCV	%PL_CCV/CCCV
J	0	52	0,0	0	54	0,0
D	0	53	0,0	1	54	1,9
B	0	54	0,0	2	54	3,7
A	1	48	2,1	3	54	5,6
F	5	69	7,2	0	66	0,0
C	2	54	3,7	4	54	7,4
H	4	56	7,1	5	54	9,3
E	9	57	15,8	1	55	1,8
G	5	54	9,3	11	54	20,4
I	11	52	21,2	6	54	11,1

	NbrPL_CV	Total_CV	%PL_CV	NbrPL_CCV/CCCV	Total_CCV/CCCV	%PL_CCV/CCCV
AB	0	53,0	0,0	1	54	1,9
X	2	52,0	3,8	0	55	0,0
AA	2	53,0	3,8	1	54	1,9
Y	3	51,0	5,9	2	54	3,7
Z	0	50,0	0,0	5	54	9,3
AD	4	54,0	7,4	1	54	1,9
V	2	54,0	3,7	5	55	9,1
AE	5	54,0	9,3	4	54	7,4
U	7	54,0	13,0	11	54	20,4
W	12	54,0	22,2	8	54	14,8
AC	9	60,0	15,0	20	60	33,3

Tableau 44 : Dans chaque catégorie de phrases porteuses (définies par la structure des syllabes-cibles /CV/, ou /CCV/), nombre de phénomènes de lénition (NbrPL...), nombre total de phrases porteuses dans chaque catégorie (total...) et pourcentage de phénomènes de lénition (%PL...), chez les locuteurs français (en haut) et les locuteurs italiens (en bas).

Il ne semble pas que la complexité de la syllabe-cible influence les phénomènes de lénition. Ces phénomènes se répartissent globalement de la même manière sur les syllabes-cibles /CV/ que /CCV/CCCV/.



### 3.2 CHEZ LES ENFANTS FRANÇAIS

La figure 58 montre le nombre de phénomènes de lénition faits par chacun des enfants bègues et fluents français. Elle rappelle aussi les résultats obtenus par les adultes français bègues et fluents.

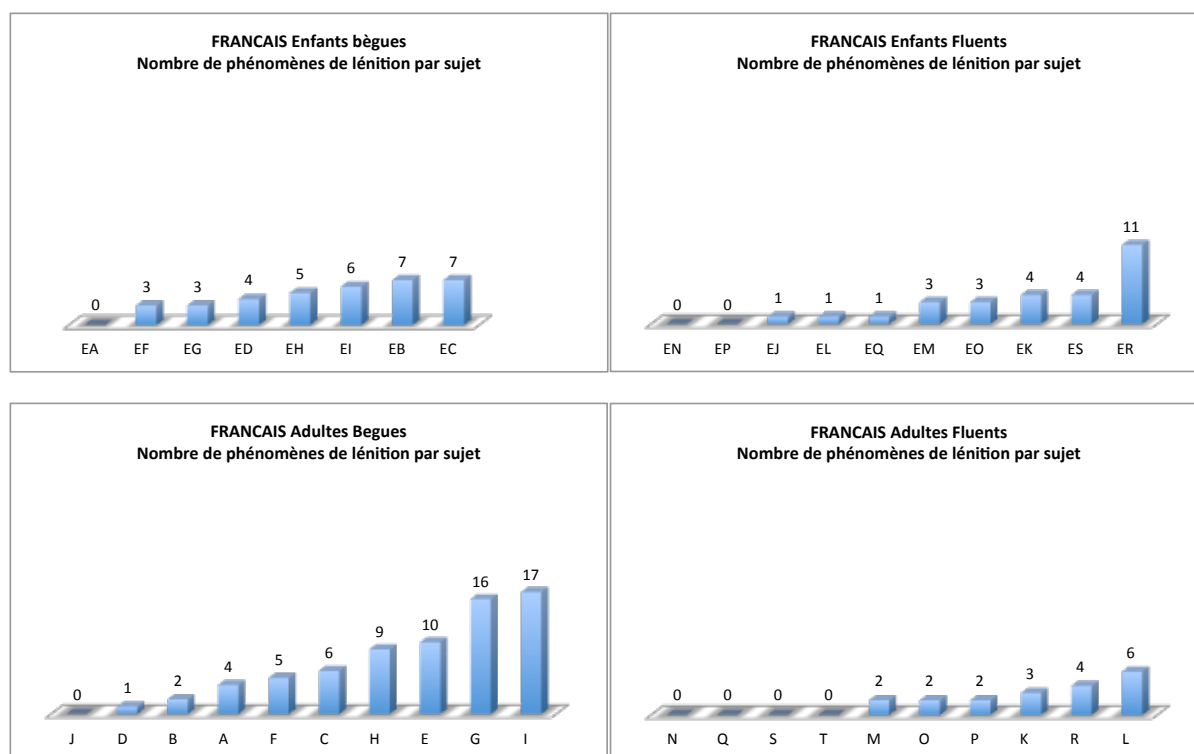


Figure 58 : Nombre de phénomènes de lénition chez chacun des enfants français bègues et fluents (en haut), et pour comparaison, chez chacun des adultes français bègues et fluents (en bas).

Nous remarquons que globalement, les enfants fluents, les adultes fluents, et les enfants bègues produisent des phénomènes de lénition dans les mêmes proportions. Les adultes français en produisent un peu plus pour 4 d'entre eux.

### 3.3 INTERPRÉTATION DES RESULTATS

Toujours avec la précaution imposée par le faible nombre des phénomènes de lénition observés, il semble ressortir un constat intéressant : celui d'un nombre plus important de phénomènes de lénition chez les adultes qui bégayaient par rapport à leurs homologues fluents et par rapport aux enfants. Il est possible que ce nombre supérieur de phénomènes de lénition chez les adultes bègues soit expliqué par des stratégies visant à compenser le bégaiement. En effet, une des techniques de fluence ayant pu être enseignées aux personnes qui bégayaient incluses dans l'étude, est l'atténuation des premiers phonèmes, et notamment des consonnes. Cette technique, parfois appelée « contacts doux » ou « gentle contacts » est utilisée en France sous le nom de

ERASM (Easy Relaxed Approach Smooth Movements, Gregory & Hill, 1993) et consiste à consciemment essayer d'atténuer l'articulation des consonnes initiales des mots. Actuellement, les techniques de fluence s'orientent plutôt vers la *parole prolongée* qui utilise aussi les « contacts doux », mais pas de manière aussi conscientisée que ce qui est proposé dans l'ERASM, et propose en plus un allongement systématique des voyelles. L'idée des « contacts doux » est qu'un maximum de détente au moment de l'articulation notamment du premier phonème favorise une parole plus fluide. Ainsi, si les personnes ont intégré ces techniques, il est possible que ce résultat soit le reflet de cette intégration, et explique que la proportion de phénomènes de lénition soit supérieure chez les adultes qui bégayaient. De même, si l'on part de l'hypothèse que les adultes sont sans doute plus entraînés à l'application des diverses stratégies que ne le sont les enfants, il pourrait être logique que ces phénomènes soient plus nombreux chez les adultes que chez les enfants.

Cette tâche de répétition suscite la production de disfluences chez les personnes qui bégaiement dans les deux langues. Contrairement aux résultats obtenus par certains auteurs (Howell et collaborateurs), en parole spontanée, nous observons que les disfluences des adultes ne sont pas influencées par la complexité phonologique alors que celles des enfants le sont. Il est possible que le caractère non écologique de la tâche ne favorise pas les manifestations observées en parole spontanée. Et il est également possible que le facteur fréquence ait joué un rôle chez les enfants. Par ailleurs, ces disfluences sont nettement diminuées par la condition AAF chez les adultes ce qui confirme les résultats obtenus dans les précédentes études. Les disfluences sont également diminuées chez les enfants, ce qui, à notre connaissance, est un résultat assez nouveau puisque peu d'études sur AAF ont été conduites chez des enfants.

L'analyse des erreurs révèle un pattern identique chez les adultes et les enfants : les personnes qui bégaiement font globalement plus d'erreurs que les personnes fluentes. L'apparition de ces erreurs semble influencée par la complexité phonologique des items à produire et le caractère rare jouerait probablement un rôle. Ainsi, il paraît bien exister dans le bégaiement, des difficultés au niveau de l'encodage phonologique comme le suggère la Covert Repair Hypothesis. Toutefois, erreurs et disfluences n'apparaissent pas sur les mêmes items.

Enfin, concernant les phénomènes de lénition, ils sont en nombre supérieur uniquement chez les adultes bègues. Les enfants bègues n'en font pas plus que les enfants fluents. Il est possible qu'ils soient le reflet de techniques de fluence.

Cette tâche de répétition n'étant pas écologique, nous avons voulu vérifier l'influence de la complexité phonologique initiale des mots dans une tâche de parole plus proche de la parole spontanée : échanges autour d'une image.

## Chapitre 9

---

Résultats et discussion pour l'étude de la  
description d'image

Ce chapitre présente les résultats obtenus dans la description de l'image. Nous avons souhaité réaliser cette tâche de parole pour observer l'influence de la complexité phonologique en situation plus spontanée que celle de répétition. Les analyses proposées prennent la forme de 6 études de cas : 3 adultes et 3 enfants français qui bégayaient, chez qui nous étudions l'impact éventuel de la complexité phonologique sur leurs disfluences et erreurs. Par ailleurs, pour les adultes, nous essayons de faire des parallèles entre leurs résultats obtenus en parole fluente au niveau des mesures de coarticulation et l'impact de la complexité phonologique sur les disfluences.

Nous avons souhaité faire une épreuve de description d'image suscitant la production de mots complexes dans une situation de dialogue avec l'examineur. Nous souhaitons par cette épreuve nous rapprocher des conditions écologiques, c'est-à-dire d'une situation d'échanges autour d'une image.

Rappelons que cette image suscite la production de mots dont l'initiale est simple et de mots dont l'initiale est complexe. L'annotation est faite pour voir si les disfluences sont influencées par la complexité initiale des mots. Nous supposons, comme Howell et al. (2006) que l'influence de la complexité peut se manifester par des disfluences qui ont tendance à tomber sur les mots porteurs d'une complexité articulatoire au niveau de la syllabe initiale ou sur le mot grammatical situé juste avant un mot contenant cette difficulté.

Tous les Français ont été enregistrés sur cette description d'image : bègues et fluents en condition SR et AAF. La recherche d'une annotation manuelle, sous Praat, nous permettant de faire les analyses souhaitées, a été longue et plusieurs essais ont été réalisés. Finalement, nous avons opté pour une annotation relativement précise de l'ensemble des mots produits par la personne, avec un détail du type de disfluences afin notamment qu'une comparaison avec la condition AAF puisse être réalisée dans des futures recherches.

Par ailleurs, concernant les parallèles que nous allons tenter de faire entre les résultats obtenus en parole fluente et ceux obtenus en parole disfluente, nous avons pleinement conscience qu'il est très délicat de le faire. Nous le faisons surtout pour débiter une réflexion sur les liens existant entre les deux types de parole. Mais pour véritablement faire des liens entre les deux types de parole il faudrait un autre protocole de recherche. Les liens que nous faisons sont donc à prendre avec précaution et sont des suggestions qu'il sera nécessaire d'approfondir.

## 1 Résultats chez les adultes

Pour les adultes français, nous avons analysé la production de A, B, et F. Rappelons que A a un bégaiement léger, B un bégaiement modéré et F un bégaiement sévère. Nous présentons d’abord l’ensemble des résultats sur la répartition des disfluences et des erreurs chez chacun de ces trois sujets, en situation SR. Chaque graphe est suivi d’un tableau avec le nombre précis des disfluences ou des erreurs, le nombre de mots dans chacune des catégories, les pourcentages de disfluences en fonction de leur localisation, et le pourcentage des erreurs. Cette présentation permet de relativiser la représentation visuelle par le graphique. Ensuite, nous discutons ces résultats. Pour rappel, l’annotation « gr-lexCCV » par exemple signifie qu’il s’agit d’un mot **g**rammatical situé devant un Mot **l**exical commençant par CCV. L’annotation « lexCCV » correspond à un Mot **l**exical commençant par CCV...

### 1.1 PRESENTATION DES RESULTATS POUR CHACUN DES SUJETS

#### 1.1.1 Analyse de la description de l’image par A

La figure 59 ci-après montre le pourcentage de disfluences par rapport au nombre total d’items dans chacune des catégories de mots. Les disfluences sont par ailleurs réparties en fonction de leur localisation dans le mot. Lorsque la disfluence concerne un mot entier, comme ça peut être le cas pour les mots monosyllabiques, nous notons « mot entier ». Par exemple, si la personne dit « je je je vois... », la répétition de « je » est notée dans la catégorie « Mot Entier » puisqu’il n’y a pas de localisation possible de la disfluence au sein du mot.

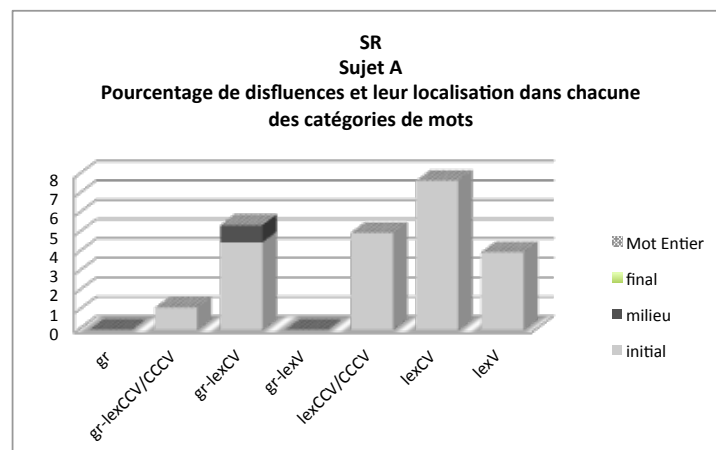


Figure 59 : Pour le sujet A, pourcentage de disfluences dans chacune des catégories de mots. La répartition des disfluences est également fonction de leur localisation dans le mot.

Types de mots	Nbr_disf	Nbr_Mots	% i	% m	% f	% ME
gr	0	87	0	0	0	0
gr-lesCCV/CCCV	1	88	1,3	0	0	0
gr-lexCV	6	111	4,5	0,9	0	0
gr-lexV	0	25	0	0	0	0
lexCCV/CCCV	4	80	5	0	0	0
lexCV	8	104	7,6	0	0	0
lexV	1	25	4	0	0	0

Tableau 45 : Pour le sujet A, pour chacune des catégories de mots, nombre total de disfluences (Nbr\_disf), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots), et pourcentages de disfluences dans chaque localisation : initiale (%i), milieu de mot (%m), finale de mot (%f), et les disfluences concernant des mots entiers (%ME).

Nous remarquons que pour ce sujet dont le bégaiement est léger, les disfluences sont majoritairement initiales. Elles ne paraissent pas influencées par la complexité du mot lexical (ou « mot plein » selon la définition donnée par Howell et al. (2000). Les disfluences ont plutôt tendance à tomber sur les mots grammaticaux situés devant un mot lexical dont l'initiale est simple, ou directement sur un mot lexical dont l'initiale est simple.

Par ailleurs, ce participant ne fait pas d'erreurs.

Sa parole disfluente n'est pas influencée par la complexité phonologique. Est-ce que sa parole fluente l'est ? Nous cherchons à voir s'il y a des parallèles entre les données en parole fluente et celles en parole disfluente. La figure ci-après présente les données  $\Delta F2$  du participant A par rapport à la moyenne de fluents et à la moyenne des bégues en SR sur les syllabes /CrV/ et /sCrV/ pour lesquelles il existe un effet significatif du groupe en français.

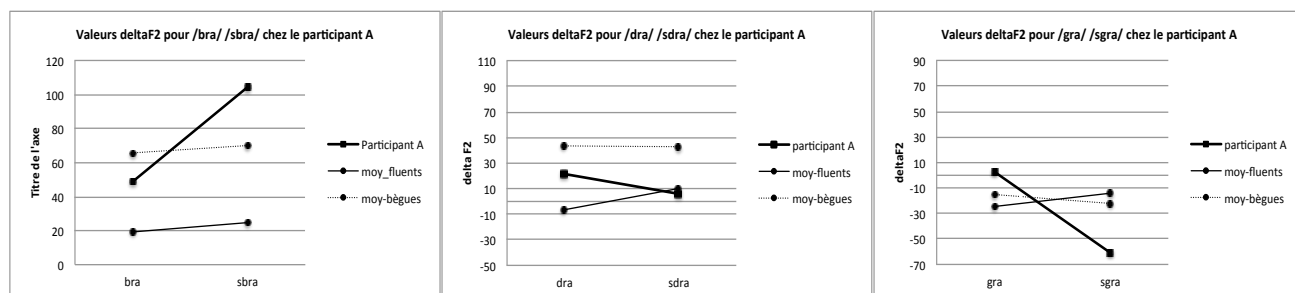


Figure 60 : Pour le sujet A, valeurs de  $\Delta F2$  du participant A dans les syllabes /bra/sbra/ (premier graphe à gauche), /dra/sdra/ (second graphe), /gra/sgra/ (troisième graphe). Pour comparaison apparaissent la moyenne des fluents et celle des bégues.

Sur l'alvéolaire, A est relativement proche des fluents. En revanche, ses valeurs sont plutôt éloignées de celles des fluents pour la bilabiale et la vélaire. Si nous nous référons à l'interprétation donnée aux différences observées en SR entre les bégues et les fluents au niveau des  $\Delta F2$ , la parole fluente A paraît sensible à la complexité phonologique au moins sur la bilabiale et la vélaire.

### 1.1.2 Analyse de la description de l'image par B

Pour le sujet B, qui a un bégaiement modéré, nous observons une influence marquée de la complexité des mots phonologiques. Les disfluences sont très majoritairement initiales, et portées par des mots lexicaux (mots pleins) plutôt que des mots grammaticaux. Les mots lexicaux dont le début est complexe, ou bien les suites consonantiques entre le mot grammatical et le mot plein au sein d'un mot phonologique influencent nettement la survenue de disfluences.

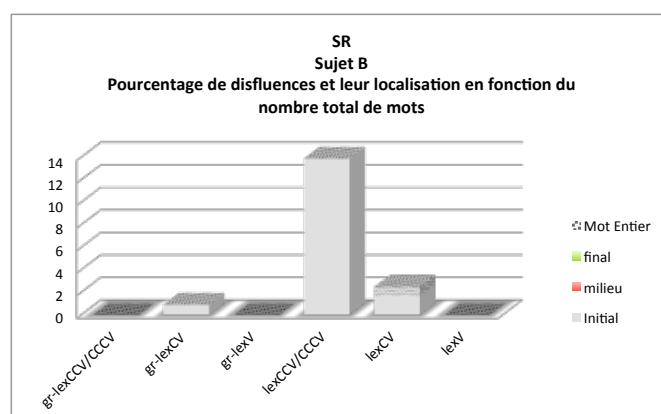


Figure 61 : Chez le sujet B, pourcentage des disfluences dans chacune des catégories de mots.

Les disfluences sont également représentées en fonction de leur localisation dans le mot.

Types de mot	Nbr_disf	Nbr_Mots	%i	%m	%f	%ME
gr	0	120	0	0	0	0
gr-lexCCV/CCCV	0	31	0,0	0	0	0,0
gr-lexCV	2	109	0,9	0	0	0,9
gr-lexV	0	4	0,0	0	0	0,0
LexCCV/CCCV	5	36	13,9	0	0	0,0
lexCV	3	120	1,7	0	0	0,8
lexV	0	15	0,0	0	0	0,0

Tableau 46 : Pour chacune des catégories de mots, nombre total de disfluences (Nbr\_disf), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots), et pourcentages de disfluences dans chaque localisation : initiale (%i), milieu de mot (%m), finale de mot (%f), et les disfluences concernant des mots entiers (%ME).

Il y a plus d'occurrences de mots dont le début est simple que de mots dont le début est complexe. Mais proportionnellement, les disfluences ont tendance à tomber sur les mots lexicaux dont l'initiale est complexe.

La figure 62 ci-après présente les données  $\Delta F2$  du participant B par rapport à la moyenne de fluents et à la moyenne des bégues en SR.



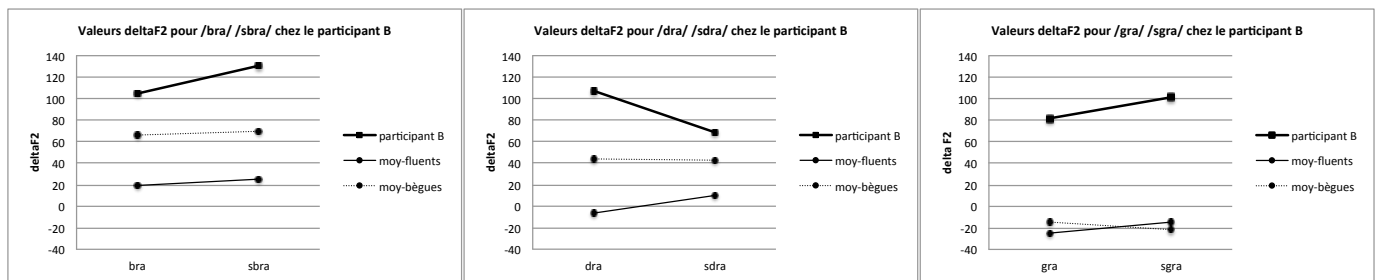


Figure 62 : Pour le sujet B, valeurs de  $\Delta F2$  du participant B dans les syllabes /bra/sbra/ (premier graphe à gauche), /dra/sdra/ (second graphe), /gra/sgra/ (troisième graphe). Pour comparaison apparaissent la moyenne des fluents et celle des bègues.

Systématiquement, en parole fluente, les valeurs de  $\Delta F2$  sont très éloignées de celles des fluents. Ces valeurs sont encore plus grandes que la moyenne des personnes qui bégayaient. Ainsi, il semble que sa parole fluente soit très influencée par la complexité phonologique. Sa parole disfluente l'est également.

### 1.1.3 Analyse de la description de l'image par F

Comme le montre la figure 63 chez F, les disfluences se portent majoritairement sur les mots grammaticaux, sont majoritairement initiales et ne sont pas influencées par la complexité du mot lexical suivant le mot grammatical. Concernant les mots lexicaux, les disfluences se portent majoritairement sur les mots dont le début est simple, de type /CV/.

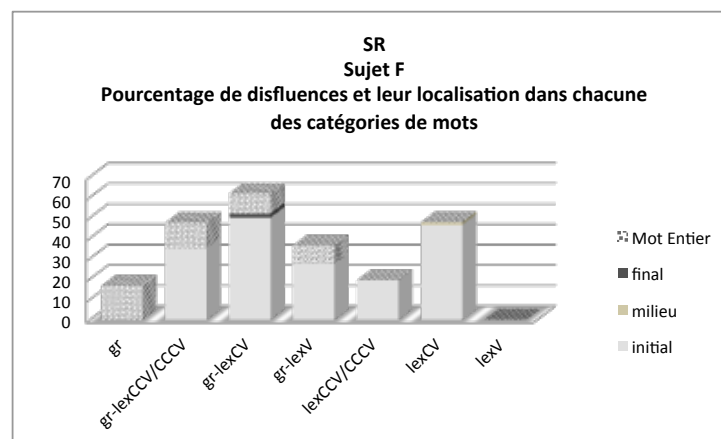


Figure 63 : Pour le sujet F, pourcentage des disfluences dans chacune des catégories de mots. Les disfluences sont également représentées en fonction de leur localisation dans le mot.

Types de mot	Nbr_disf	Nbr_Mots	%i	%m	%f	%ME
gr	4	6	0,0	0,0	0,0	0,0
gr-lexCCV/CCCV	19	40	35,0	0,0	0,0	12,5
gr-lexCV	61	102	50,0	0,0	2,0	9,8
gr-lexV	3	11	27,3	0,0	0,0	9,1
lexCCV/CCCV	6	31	19,4	0,0	0,0	0,0
lexCV	32	67	46,3	1,5	0,0	0,0
lexV	0	8	0,0	0,0	0,0	0,0

Tableau 47 : Pour le sujet F, chacune des catégories de mots, nombre total de disfluences (Nbr\_disf), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots), et pourcentages de disfluences dans chaque localisation : initiale (%i), milieu de mot (%m), finale de mot (%f), et les disfluences concernant des mots entiers (%ME).

La figure 64 ci-après présente les données  $\Delta F2$  du participant F par rapport à la moyenne de fluents et à la moyenne des bégues en SR.

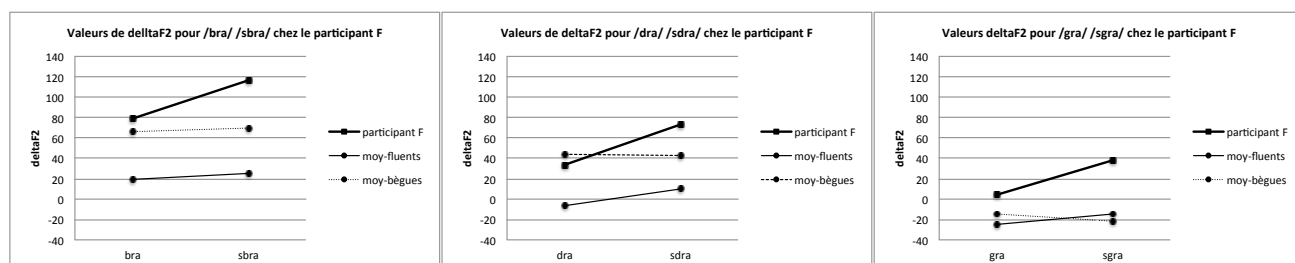


Figure 64 : Pour le sujet F, valeurs de  $\Delta F2$  du participant F dans les syllabes /bra/sbra/ (premier graphe à gauche), /dra/sdra/ (second graphe), /gra/sgra/ (troisième graphe). Pour comparaison apparaissent la moyenne des fluents et celle des bégues.

Nous pouvons noter que ce sujet a un bégaiement sévère qui n'est pas influencé par la complexité phonologique en parole de description d'image. Pourtant, ses valeurs de  $\Delta F2$  en parole fluente paraissent éloignées de la moyenne des fluents pour les syllabes complexes /CrV/ et /sCrV/ et sont globalement plus élevées que celles de bégues.

Les erreurs du locuteur F ne paraissent pas influencées par la complexité du mot phonologique, comme le montre la figure 65.

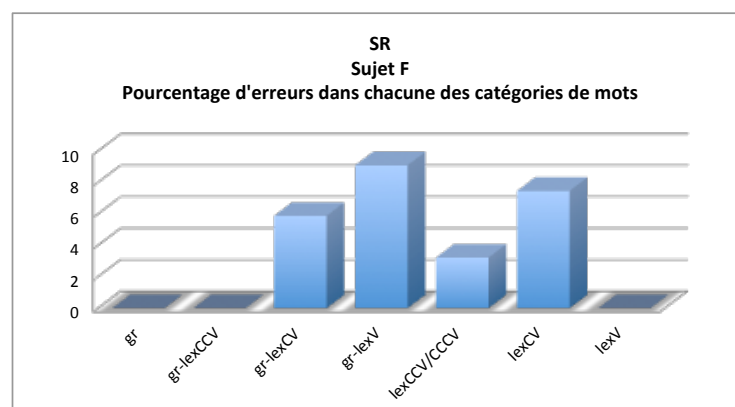


Figure 65 : Pourcentage d'erreurs dans chacune des catégories de mots.

Types de mots	Nbr_Err	Nbr_Mots	%Err
gr	0	6	0
gr-lexCCV	0	40	0
gr-lexCV	6	102	5,8
gr-lexV	1	11	9
lexCCV/CCCV	1	31	3,2
lexCV	5	67	7,4
lexV	0	8	0

Tableau 48 : Pour le sujet F, nombre total d'erreurs, nombre total de mots dans chaque catégorie et pourcentages d'erreurs.

Parmi ces erreurs, nous avons cherché à savoir lesquelles se portaient sur les mêmes mots que les disfluences. Sur les 13 erreurs faites par ce sujet, 12 se trouvent sur un mot porteur de disfluence. Une seulement est isolée. Autrement dit, les erreurs et les disfluences sont majoritairement portées par les mêmes mots.

## 1.2 INTERPRETATION DES RESULTATS POUR LES SUJETS ADULTES

### 1.2.1 Concernant le lien entre parole fluente et disfluente et la sensibilité à la complexité phonologique

Pour le sujet B (32 ans), il semble que l'apparition des disfluences de son bégaiement modéré soit influencée par la complexité du mot phonologique, notamment du mot lexical. Ses disfluences se portent majoritairement sur les mots pleins et très peu sur les mots grammaticaux. Ces résultats supportent les découvertes de Howell et son équipe dans différentes langues : pour l'anglais (Howell et al., 2000 ; Howell et al., 2006), pour l'espagnol (Howell & Au-Yeung, 2007), pour l'allemand (Dowrzynski & Howell, 2004). Nous retrouvons le pattern décrit par ces chercheurs dans le bégaiement de l'adulte à savoir : une influence des mots pleins et de leur complexité initiale. Ce sujet a donc peut-être un bégaiement qui a évolué avec l'âge comme le

suggère la théorie de la sensibilité tardive à la complexité phonologique de Howell et collaborateurs. Le rapprochement avec les valeurs  $\Delta F2$  obtenues en parole fluente au second niveau de complexité nous paraît intéressant puisque ce sujet montre une parole fluente qui paraît sensible à la complexité phonologique et en parallèle, ses disfluences sont également influencées par la complexité phonologique. **Ainsi, chez ce sujet, peut-on dire que la sensibilité à la complexité phonologique présente en parole fluente est liée à celle des disfluences? Est-ce que les particularités observées en parole fluente pourraient être les prémisses de l'apparition des disfluences ?** Ces résultats nous incitent à confirmer le concept de continuum de la fluence de Peters et al. (2000). La parole perceptivement fluente peut être proche de la partie stable du continuum ou bien proche de l'autre extrémité, et porter dans ses propriétés (ici la coarticulation) les manifestations d'une certaine sensibilité à la complexité phonologique. Ces suggestions sont bien entendu hypothétiques car issues de données trop faibles. La question est à approfondir par de futures recherches.

Le sujet A ne semble pas avoir un bégaiement qui ait évolué en faveur d'une sensibilité à la complexité phonologique si l'on se réfère à la théorie sus-mentionnée de Howell et collaborateurs. Il ne fait pas d'erreur et l'apparition de ses disfluences se fait aussi bien sur les mots dont l'initiale est simple que sur ceux dont l'initiale est complexe, voire même plus fréquemment sur les mots dont l'initiale est simple. Ce sujet a un bégaiement léger. Ainsi, nous pouvons supposer que la course développementale du bégaiement vers une sensibilité aux items complexes soit vraie essentiellement pour les bégaiements dont le degré de sévérité est plus élevé. La question de l'influence de la sévérité du bégaiement sur la sensibilité tardive à la complexité phonologique en parole spontanée ou quasi-spontanée est à approfondir dans de futures recherches. Par ailleurs, il semblerait que sa parole fluente semble relativement sensible à la complexité puisque pour la bilabiale et la vélaire, les valeurs de  $\Delta F2$  sont éloignées de celles de fluents. Cependant, pour l'alvéolaire, ses valeurs  $\Delta F2$  sont plus proches de celles de fluents. Il est difficile dans ce cas de faire des interprétations sur d'éventuels liens entre parole fluente et disfluente, si ce n'est qu'on observe que sa parole disfluente n'est pas sensible à la complexité phonologique et sa parole fluente semble l'être mais pas sur tous les lieux d'articulation. Encore une fois, nous avons pleinement conscience qu'établir ce parallèle entre les deux types de parole est délicat, il s'agit juste de pistes de réflexion.

Enfin, le sujet F (16 ans) est plus jeune. Son bégaiement est sévère et ne paraît pas influencé par la complexité des mots phonologiques. Il est possible que son bégaiement n'ait pas encore

évolué vers la sensibilité à la complexité. Par ailleurs, il semble avoir des lacunes au niveau de l'encodage phonologique puisque plusieurs erreurs sont relevées, (sans influence de la complexité phonologique sur les erreurs). De plus, nous notons que même si les disfluences ne sont pas influencées par la complexité phonologique, sa parole fluente l'est puisque les valeurs de  $\Delta F2$  sont éloignées de la moyenne des fluents et supérieures à celles des bégues. Est-ce que ce constat signifie que finalement parole fluente et disfluente ne sont pas corrélées ? ou bien que cette sensibilité observée en parole fluente serait le signe précurseur d'une future sensibilité de la parole disfluente ?

Ainsi, l'observation de ces trois sujets nous conduit à penser qu'il semble bien exister en Français une sensibilité tardive à la complexité phonologique. Le sujet B est d'ailleurs le plus âgé des 3. Par contre, les résultats des sujets A et F nous font penser que cette sensibilité tardive pourrait être dépendante à la fois de la sévérité du bégaiement et de l'âge de sujet. Il est également possible que des sous-groupes d'adultes bégues définis en fonction de la sensibilité à la complexité phonologique, puissent être identifiés. Il serait intéressant de poursuivre les analyses chez les autres sujets pour avoir un début de réponse à ces questions qui sont importantes pour la prise en charge. Ce genre d'épreuve annotée de manière simplifiée est utile en bilan orthophonique pour évaluer la sensibilité du bégaiement à la complexité phonologique et adapter en conséquence la prise en charge. Les exercices de fluence peuvent être adaptés en intégrant notamment un entraînement à cette complexité phonologique.

### **1.2.2 Concernant le lien entre les erreurs et les disfluences**

Les erreurs présentes chez les sujets viennent appuyer les hypothèses selon lesquelles les personnes qui bégaiant auraient des difficultés au niveau de l'encodage phonologique (Sasisekaran et al., 2006 ; Howell & Au-Yeung, 2002 ; Yaruss & Pelczarski, 2012). B fait une seule erreur qui se trouve au sein d'un mot portant une disfluence, et même plus précisément, dans la disfluence. Le sujet F fait toutes ses erreurs, à part une, sur des mots porteurs de disfluences, et bien souvent ces erreurs sont présentes dans la disfluence. Ces résultats sont intéressants car ils appuient la CRH de Postma & Kolk (1993) qui stipule que les disfluences puissent être en lien avec des lacunes au niveau de l'encodage phonologique. Rappelons que dans l'épreuve de répétition, les erreurs et les disfluences étaient majoritairement dissociées. Pour les sujets B et F, le premier n'avait aucun item porteur à la fois d'une erreur et d'une disfluence (par ailleurs il avait 29 items porteurs de disfluences sans erreur et un porteur d'une erreur sans disfluence), le second en avait un seul (par ailleurs, il avait 5 items porteurs de disfluences sans erreur et 11 items porteurs d'erreurs sans disfluence). Ainsi, les manifestations du bégaiement sont influencées par le type de tâche de

parole. Dans la tâche de répétition, erreurs et disfluences ne semblaient pas corrélées chez les adultes français. Dans une épreuve qui s'approche plus de la parole spontanée, ces deux sujets font des erreurs en association à des disfluences. Bien sûr il ne s'agit que d'études de cas et nous ne pouvons pas généraliser. Cependant, ce constat souligne un fait bien connu: le type de tâche joue un rôle non négligeable dans la parole bégue. Une parole peu écologique ne permet certainement pas de révéler les liens possibles que la parole spontanée permet de mettre à jour. Ces différences de manifestations du trouble en fonction des situations de parole nous paraissent importantes à prendre en compte dans les recherches.

Nous allons maintenant présenter les résultats obtenus chez les enfants.

## 2 Résultats chez les enfants

### 2.1 **PRESENTATION DES RESULTATS CHEZ CHACUN DES SUJETS**

#### 2.1.1 *Analyse de la description de l'image par EA*

EA est en CP. Son bégaiement est sévère.

La figure 66 montre que EA fait des disfluences qui ne sont pas influencées par la complexité du mot phonologique. Concernant les mots grammaticaux, les disfluences se portent plus nettement sur ceux précédant des mots lexicaux dont l'initiale est simple. En ce qui concerne les mots lexicaux, les disfluences se portent aussi bien sur ceux dont le début comporte un cluster que sur ceux dont le début est plus simple de type /CV / ou /V/.

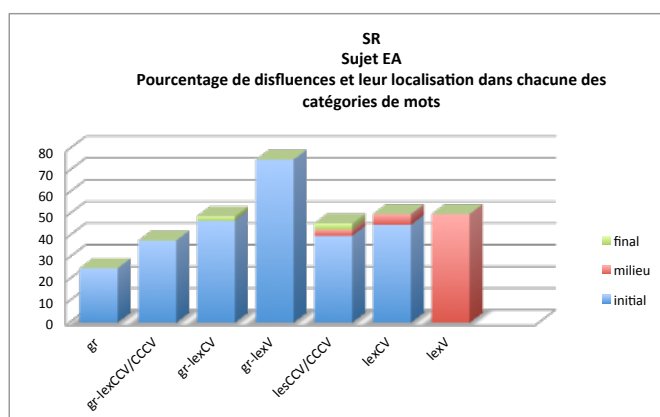


Figure 66 : Pour le sujet EA, pourcentage de disfluences dans chacune des catégories de mots.

Types de mots	Nbr Disf	Nbr Mots	%i	%m	%f
gr	1	4	25	0	0
gr-lexCCV/CCCV	17	45	37	0	0
gr-lexCV	24	49	47	0	2
gr-lexV	3	4	75	0	0
lexCCV/CCCV	16	35	40	2	2
lexCV	20	40	45	5	0
lexV	1	2	0	50	0

Tableau 49 : Pour le sujet EA, pour chacune des catégories de mots, nombre total de disfluences (Nbr\_disf), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots), et pourcentages de disfluences dans chaque localisation : initiale (%i), milieu de mot (%m), finale de mot (%f), et les disfluences concernant des mots entiers (%ME).

Dans la tâche de répétition, ses disfluences ne sont pas influencées par la complexité des syllabes-cibles, en revanche, un peu plus par la complexité de la structure de la syllabe portant la disfluence. Ainsi, si ses disfluences ne sont pas influencées par la complexité phonologique en parole spontanée et qu'elles le sont légèrement en parole répétée, par des syllabes complexes qui sont toutes rares, il est bien possible, comme nous en faisons l'hypothèse, que le facteur fréquence joue un rôle.

Concernant les erreurs, elles sont peu nombreuses, et peut-être, influencées par les mots grammaticaux précédant un mot lexical dont l'initiale est complexe. Mais elles n'ont pas tendance à tomber sur des mots lexicaux porteurs d'un cluster initial (figure 67).

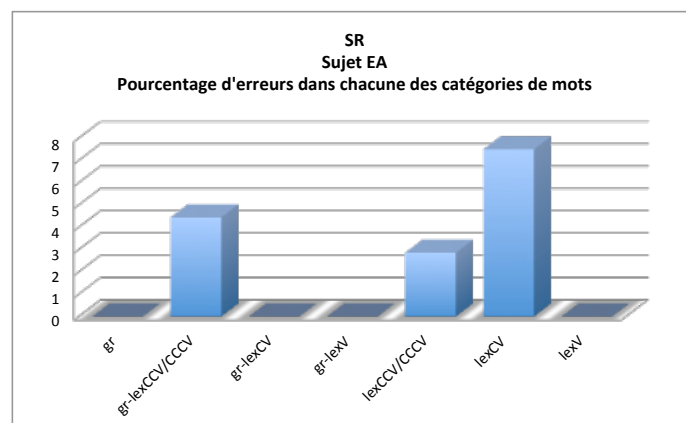


Figure 67 : Pour le sujet EA, pourcentage d'erreurs dans chacune des catégories de mots.

Types de mots	Nbr_Err	Nbr_Mots	%Err
gr	0	4	0
gr-lexCCV/CCCV	2	45	4,4
gr-lexCV	0	49	0
gr-lexV	0	4	0
lexCCV/CCCV	1	35	2,8
lexCV	3	40	7,5
lexV	0	2	0

Tableau 50 : Pour le sujet EA, nombre total d'erreurs (Nbr\_Err), nombre total de mots (Nbr\_Mots) dans chaque catégorie et pourcentages d'erreurs (%Err).

Enfin, les mots porteurs d'erreurs contiennent autant d'erreurs seules que d'erreurs accompagnées d'une disfluente.

Dans la tâche de répétition, EA faisait seulement 2 erreurs sur 13 présentes dans des items qui comportent aussi une disfluente (et 11 erreurs sont présentes dans des items qui ne comportent pas de disfluente). Ainsi, nous remarquons, comme chez les adultes, que la tâche de parole descriptive permet de mettre à jour un lien plus fort entre erreurs et disfluences. En effet, 2 items sur 13 portent des erreurs et des disfluences dans la tâche de répétition, alors que dans la tâche de description, la proportion d'items porteurs des deux représente la moitié du total d'erreurs produites.

### 2.1.2 Analyse de la description de l'image faite par EB

EB est en CM1. Son bégaiement est sévère.

Comme le montre la figure 68, le sujet EB fait plus de disfluences sur les mots pleins que sur les mots grammaticaux, et ses disfluences paraissent influencées par la présence d'un cluster en position initiale. Comme tous les sujets de notre corpus, les disfluences en parole spontanée sont en position initiale.

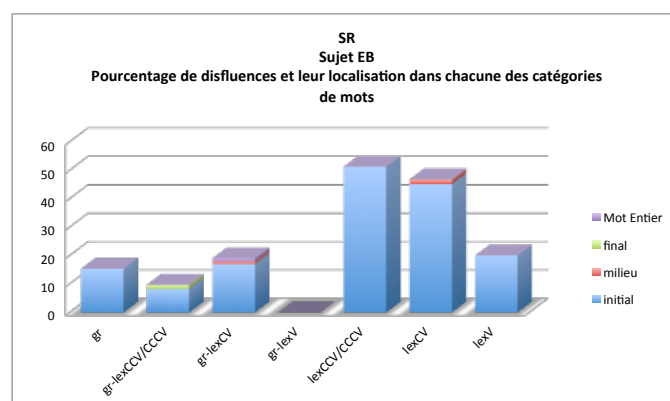


Figure 68 : Pour le sujet EB, pourcentage de disfluences dans chacune des catégories de mots.



Types de mots	Nbr_ Disf	Nbr_ Mots	%i	%m	%f	%ME
gr	4	26	15,3	0	0	0
gr-lexCCV/CCCV	6	72	8,3	0	1,3	0
gr-lexCV	17	100	17	1	0	1
gr-lexV	0	8	0	0	0	0
lexCCV/CCCV	20	39	51,2	0	0	0
lexCV	28	62	45,1	1,6	0	0
lexV	1	5	20	0	0	0

Tableau 51 : Pour le sujet EB, pour chacune des catégories de mots, nombre total de disfluences (Nbr\_disf), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots), et pourcentages de disfluences dans chaque localisation : initiale (%i), milieu de mot (%m), finale de mot (%f), et les disfluences concernant des mots entiers (%ME).

En tâche de répétition, il ne fait que deux disfluences qui ne sont pas sur des syllabes complexes.

Par ailleurs, les erreurs de cet enfant sont peu nombreuses et ne semblent pas influencées par la complexité des mots phonologiques comme le montre la figure 69

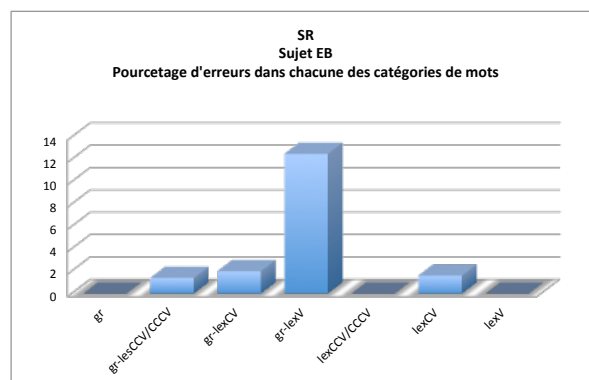


Figure 69 : Pour le sujet EB, pourcentage d'erreurs dans chacune des catégories de mots.

Types de mots	Nbr_Err	Nbr_mots	%Err
gr	0	26	0
gr-lexCCV/CCCV	1	72	1,4
gr-lexCV	2	100	2
gr-lexV	1	8	12,5
lexCCV/CCCV	0	39	0
lexCV	1	62	1,6
lexV	0	5	0

Tableau 52 : Pour le sujet EB, nombre total d'erreurs (Nbr\_Err), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots) et pourcentages d'erreurs (%Err).

Dans la tâche de répétition, il ne fait pas d'erreur.

Dans la tâche de description d'image, ses erreurs se répartissent pour moitié sur des mots porteurs de disfluences (2/5) et des mots n'en portant pas (3/5).

### 2.1.3 Analyse de la description de l'image par le sujet EC

EC est en CE2. Son bégaiement est modéré.

Comme le montrent la figure 70 et le tableau 53 l'enfant EC a des disfluences majoritairement sur les mots grammaticaux, et à l'initiale des mots. Elles ne sont pas influencées par la complexité des mots phonologiques.

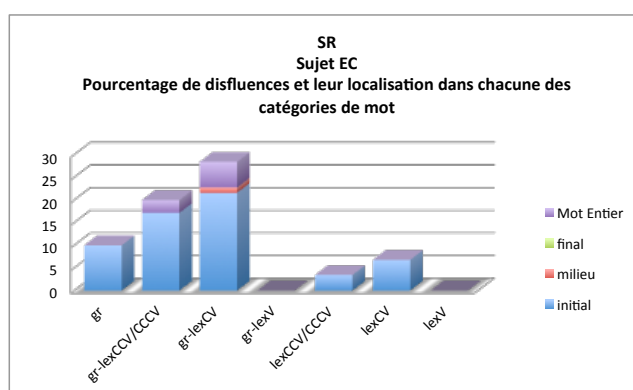


Figure 70 : Pour le sujet EC, pourcentage de disfluences dans chacune des catégories de mots.

Types de mots	Nbr Disf	Nbr Mots	%i	%m	%f	%ME
gr	1	10	10	0	0	0
gr-lexCCV/CCCV	7	35	17,1	0	0	2,8
gr-lexCV	25	88	21,5	1,1	0	5,6
gr-lexV	0	2	0	0	0	0
lexCCV/CCCV	1	29	3,4	0	0	0
lexCV	4	59	6,7	0	0	0
lexV	0	2	0	0	0	0

Tableau 53 : Pour le sujet EC, pour chacune des catégories de mots, nombre total de disfluences (Nbr\_disf), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots), et pourcentages de disfluences dans chaque localisation : initiale (%i), milieu de mot (%m), finale de mot (%f), et les disfluences concernant des mots entiers (%ME).

EC fait peu d'erreurs. Certaines pourraient être influencées par la complexité initiale des mots lexicaux.

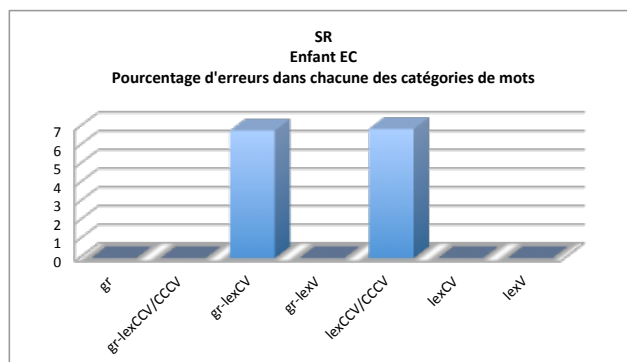


Figure 71 : Pour le sujet EC, pourcentage d'erreurs dans chacune des catégories de mots.

Types de Mots	Nbr_Err	Nbr_Mots	%Err
gr	0	10	0
gr-lexCCV/CCCV	0	35	0
gr-lexCV	6	88	6,8
gr-lexV	0	2	0
lexCCV/CCCV	2	29	6,8
lexCV	0	59	0
lexV	0	2	0

Tableau 54 : Pour le sujet EC, nombre total d'erreurs (Nbr\_Err), nombre total de mots dans chaque catégorie (Nbr\_Mots) et pourcentages d'erreurs (%Err).

Enfin, les mots porteurs d'erreurs ne portent majoritairement que l'erreur. Un seul mot porte une erreur et une disfluence associées. Dans l'épreuve de répétition, aucun item ne comporte à la fois une erreur et une disfluence.

## 2.2 INTERPRETATION DES RESULTATS CHEZ LES ENFANTS.

Pour les enfants, EA et EC, les disfluences sont plus portées par les mots grammaticaux et ne sont pas influencées par la complexité phonologique. Ces résultats vont dans le sens des recherches de Howell et collaborateurs dans différentes langues (anglais, allemand, espagnol, perse). Nippold (2002) faisait l'hypothèse que le fait de ne pas trouver d'influence de la complexité chez les enfants venait peut-être de la production de parole spontanée ne poussant pas les enfants à en produire. Pourtant, même en situation de description d'une image suscitant la production de mots dont l'initiale est complexe, ces deux enfants n'affichent pas de sensibilité à la complexité dans l'apparition de leurs disfluences.

L'enfant EB a un comportement différent. Ses disfluences se portent plus sur les mots lexicaux et sont influencées par la complexité initiale. Son bégaiement ressemble donc déjà à celui

d'un adulte si on s'en tient à la course développementale proposée par Howell et collaborateurs. Il est possible que la fourchette d'âge pendant laquelle le bégaiement passe d'une insensibilité à la complexité phonologique à une sensibilité à la complexité soit large ce qui pourrait expliquer que EC, qui est en CM1 ait déjà un bégaiement qui ressemble à celui de l'adulte, alors que l'adulte F (16 ans) n'ait pas encore fait le passage.

Au niveau des erreurs, nous remarquons que les trois enfants font des erreurs, mais en petit nombre. Ces erreurs paraissent influencées par la complexité des mots grammaticaux pour EA, par celle des mots lexicaux pour EC. Chez EC, ces erreurs se répartissent plutôt sur des mots qui n'ont pas forcément de disfluences associées. En revanche, les mots sont quasiment autant porteurs d'erreurs seules que d'erreurs accompagnées de disfluences chez EA et EB. Nous remarquons, comme chez les adultes que la parole descriptive favorise plus le lien entre erreurs et disfluences que la parole répétée. Ce lien est toutefois moins net que celui observé chez F, adulte. Ces résultats semblent en partie corroborer la Covert Repair Hypothesis de Postma & Kolk (1993).

Ainsi, il est possible que le lien entre disfluences et encodage phonologique apparaisse essentiellement dans des conditions qui ne soient pas trop éloignées d'une situation de parole naturelle. La description d'une image telle que celle-ci paraît relativement efficace pour mettre en évidence l'impact de la complexité initiale des mots et un éventuel lien entre erreurs et disfluences. Elle permet une sorte de description non figée construite autour d'échanges avec l'interlocuteur, tout en contrôlant la production de certains mots-cibles. Il pourrait être intéressant de la compléter ou d'en créer d'autres avec des mots de fréquence rare par exemple.

Il nous paraît important que les résultats chez les autres sujets soient donnés afin de voir s'il existe des profils de bégaiement chez l'adulte, plus ou moins sensibles à la complexité phonologique. La poursuite des analyses nous permettrait de voir chez l'enfant, à partir de quel âge ou plutôt dans quelle fourchette d'âge cette sensibilité s'installe. En tout cas, il semble bien que la sensibilité à la complexité puisse être présente chez les personnes bègues françaises.

Cela est très intéressant dans une perspective de prise en charge car des orientations peuvent être données, notamment dans le choix du matériel linguistique à partir duquel les exercices de fluence sont faits. Une image comme celle-ci paraît utile en épreuve de bilan. Actuellement, nous l'utilisons en bilan, avec une annotation simplifiée, chez les enfants et les adultes, pour différencier ceux qui sont sensibles à la complexité phonologique de ceux qui ne le sont pas, et par la suite, orienter la prise en charge en proposant des exercices spécifiques. Ainsi, chez ceux

(enfants et adultes) dont l'influence de la complexité sur les disfluences semble avérée, nous proposons une sorte d'entraînement –échauffement avec des syllabes puis des mots hiérarchisés en fonction de leur complexité phonologique et placées dans des tâches de parole de plus en plus difficiles : répétition, lecture, construction de phrases avec des mots ou syllabes complexes, dessins dictés, mots à placer dans des petites histoires à inventer... Actuellement, nous travaillons également à la conception d'autres images construites dans le même esprit qui pourraient servir en prise en charge, ainsi qu'à la conception d'images pour l'exercice du dessin dicté.

Par ailleurs, cette image nous est utile en bilan chez les enfants qui ont un bégaiement et un trouble phonologique associé. En effet, elle permet de voir l'impact de la complexité phonologique mais aussi le lien entre erreurs et disfluences. Ainsi, chez ces enfants, si nous observons que la complexité phonologique a une influence sur le bégaiement et/ou que les erreurs et les disfluences paraissent liées, nous proposons une prise en charge directe du bégaiement et indirecte du trouble phonologique. Si nous n'observons pas d'influence de la complexité phonologique, pas de lien entre les erreurs et les disfluences, nous optons pour une prise en charge directe des deux troubles.

L'influence de la complexité phonologique se retrouve chez un adulte et un enfant sur les 6 analysés. Il semble donc qu'elle puisse jouer un rôle dans le bégaiement de certaines personnes. L'hypothèse de la sensibilité tardive à la complexité phonologique (Howell et al., 2006) se vérifie puisque les deux sujets qui sont sensibles sont les plus âgés de leur groupe. Cependant, l'absence de sensibilité chez les deux autres adultes signifie peut-être que la sévérité du bégaiement et l'âge soient deux facteurs conditionnant cette sensibilité à la complexité phonologique. Nous remarquons également que cette tâche de parole, plus proche de la parole spontanée, permet de faire ressortir plus de liens entre disfluences et erreurs ce qui semble confirmer la Covert Repair Hypothesis. Enfin concernant le lien entre parole fluente et disfluente, d'autres recherches sont nécessaires, et permettraient peut-être de confirmer le concept de continuum de la fluence (Peters et al., 2000).

# Chapitre 10

---

Résumé

Conclusions

Perspectives

Ce dernier chapitre présente tout d'abord un récapitulatif des hypothèses et des réponses apportées pour chacune des tâches. Ensuite, nous proposons des avis cliniques dans un tableau qui reprend chaque résultat. Enfin, nous donnons la conclusion générale de ces travaux et ouvrons sur des perspectives de recherche, ainsi que sur des perspectives cliniques.

## **1 Récapitulatif des hypothèses et réponses pour l'étude de la coarticulation dans la tâche de répétition**

### **1.1 LA COARTICULATION ANTICIPATOIRE**

#### **1.1.1 En condition SR**

De manière générale,

- la coarticulation variant en fonction des langues, il est possible d'avoir un degré de coarticulation (pente  $k$ ) différent entre les Français et les Italiens.

Oui, les Français ont des valeurs de  $k$  plus faibles que celles des Italiens. Ainsi, les Français coarticulent moins que les Italiens.

- La variation de pente  $k$  devrait être fonction du lieu d'articulation des consonnes.

Oui, dans les deux langues, la pente  $k$  est plus élevée (coarticulation plus forte) pour la bilabiale et la vélaire, et plus faible (moindre coarticulation) pour l'alvéolaire.

Plus spécifiquement,

- Les valeurs de pente  $k$  chez les bégues seront différentes de celles des fluents.

Oui, dans les deux langues, les bégues ont globalement des valeurs de  $k$  plus faibles que celles des fluents.

- Il y aura plus de variabilité inter-individuelle au sein des personnes qui bégaiement.

Non, la variabilité inter-individuelle est importante chez les personnes qui bégaiement comme chez les personnes fluentes.

- Les valeurs de la pente  $k$  pourraient dépendre de la sévérité du bégaiement. Les personnes dont le bégaiement est sévère auraient des valeurs de  $k$  plus extrêmes, donc plus éloignées de la moyenne des fluents.

Non, cette hypothèse n'est pas vérifiée dans nos données. Non seulement, ce ne sont pas les sujets dont le bégaiement est le plus sévère qui ont les valeurs de  $k$  les plus extrêmes, mais en plus nous avons vu que la variabilité inter-individuelle présente au sein des deux groupes (bègues et fluents), ne permettait pas une comparaison des résultats de chaque personne bègue à la moyenne des fluents.

- L'étude cross-linguistique nous permet d'observer et de comparer les comportements coarticulatoires des bègues des deux langues.
  - Si nous observons les mêmes tendances dans le comportement coarticulatoire des personnes bègues françaises et italiennes, pour les mêmes lieux d'articulation, alors ce sera la preuve que le bégaiement est un trouble moteur avec une faible influence des aspects linguistiques.
  - Si au contraire, nous n'observons pas les mêmes tendances au niveau du comportement coarticulatoire chez les personnes bègues françaises et italiennes, alors cela mettra en évidence le rôle de la langue dans le bégaiement.

L'influence de la langue est importante au niveau des mesures que nous avons prises. Les bègues des deux langues ne se comportent pas toujours de la même manière par rapport à leurs homologues fluents respectifs. Nous supposons donc qu'il existe un rôle de la langue dans les manifestations du bégaiement.

### **1.1.2 En condition AAF**

Nous avons formulé deux hypothèses :

- Soit les bègues en AAF se comportent de la même manière qu'en SR, et nous pouvons supposer que le comportement coarticulatoire observé en SR soit plus une stratégie de compensation du bégaiement.
- Soit les bègues en AAF se comportent différemment des bègues en SR, et dans ce cas le comportement coarticulatoire en SR serait plutôt le reflet d'une caractéristique du bégaiement.

Les résultats en AAF sont paradoxaux. Il est finalement difficile d'interpréter les manifestations en SR au regard de celles en AAF.



## 1.2 L'IMPACT DE LA COMPLEXITÉ PHONOLOGIQUE SUR LES VALEURS DE $\Delta F2$ :

### 1.2.1 *En condition SR*

- Les différences entre les bègues et les fluents sont attendues au second niveau de complexité phonologique.

Nous ne trouvons pas exactement ce cas de figure. Néanmoins, nous trouvons dans les deux groupes, un impact de la complexité phonologique. Chez les Français, les adultes bègues ont des valeurs de  $|\Delta F2|$  semblables sur les deux types de syllabes du premier niveau de complexité, mais des valeurs différentes ( $|\Delta F2|$  plus grands chez les bègues) sur les deux types de syllabes du second niveau de complexité. Ainsi, il semble bien que le second niveau ait une influence par rapport au premier niveau de complexité.

Chez les Italiens, les adultes bègues ont des valeurs de  $|\Delta F2|$  différentes ( $|\Delta F2|$  plus grands chez les bègues) sur les deux types de syllabes du premier niveau de complexité phonologique et sur la syllabe la plus complexe du second niveau de complexité phonologique. Ainsi, il semble que la complexité joue au sein du second niveau.

### 1.2.2 *En condition AAF*

Nous avons formulé deux hypothèses, identiques à celles formulées pour les valeurs de pente  $k$  :

- Soit les bègues en AAF se comportent de la même manière qu'en SR, et nous pouvons supposer que le comportement coarticulatoire observé en SR soit plus une stratégie de compensation du bégaiement.
- Soit les bègues en AAF se comportent différemment des bègues en SR, et dans ce cas le comportement coarticulatoire en SR serait plutôt le reflet d'une caractéristique du bégaiement.

Nous nous attendions à ce que les  $\Delta F2$  soient impactés par la condition AAF de la même manière que la pente  $k$ . Ce n'est finalement pas le cas. Nos résultats sont paradoxaux. Nous ne pouvons pas en tirer d'interprétation.

## **2 Récapitulatif des hypothèses et réponses pour l'études des disfluences et erreurs dans la tâche de répétition**

### **2.1 LES DISFLUENCES**

#### **2.1.1 En condition SR**

- Nous nous attendons à plus de disfluences en initiale de mots.

Ce fait est largement vérifié auprès de l'ensemble des participants, ce qui ne fait que confirmer ce qui fait quasiment partie de la définition du bégaiement.

- Nous nous attendons à une influence de la complexité articulatoire et de la fréquence chez les adultes, moins chez les enfants qui bégaiant.

Dans cette tâche de répétition, les disfluences des adultes ne sont pas influencées par la complexité alors que les disfluences des enfants le sont. Chez les adultes, il est possible que le caractère non-écologique de la tâche n'ait pas permis de mettre en évidence ces influences supposées. Chez les enfants, il semble que le facteur « fréquence » plutôt que celui de « complexité articulatoire » ait joué un rôle. Pour confirmer cette dernière suggestion, il sera nécessaire de poursuivre les analyses auprès des enfants italiens pour qui /sba/ et /sga/ sont fréquents alors que /sda/ est rare. Pour les enfants français, toutes ces syllabes complexes sont rares.

#### **2.1.2 En condition AAF**

- Nous nous attendons à une réduction importante des disfluences.

Oui, les modifications du feedback auditif améliorent les adultes sur cette tâche de répétition, sauf un sujet français qui est perturbé par les conditions AAF. Il fonctionne aussi relativement bien chez les enfants.

### **2.2 LES ERREURS**

- Etant donné une fragilité au niveau de l'encodage phonologique, nous pensons trouver plus d'erreurs chez les enfants qui bégaiant que chez leurs homologues fluents. Chez les adultes, nous n'avons pas formulé d'hypothèse.

Les erreurs sont plus nombreuses chez les adultes et les enfants qui bégaiant que chez leurs homologues fluents respectifs, ce qui laisse supposer une fragilité au niveau de l'encodage phonologique chez les personnes bègues.

- Ces erreurs devraient être influencées, chez les enfants et chez les adultes bègues, par la complexité articulatoire et par la fréquence d'occurrence puisque la complexité entraîne un coût supplémentaire au niveau de l'encodage phonologique.

Chez les enfants et les adultes bègues français, les erreurs sont influencées par la complexité de la syllabe-cible et par celle de la syllabe portant l'erreur.

Chez les adultes bègues italiens cette influence n'est pas retrouvée.

Les Français ont en proportion 6 fois plus de syllabes-cibles rares à prononcer que les Italiens. Nous supposons alors que la fréquence puisse jouer un rôle ce qui expliquerait que les personnes bègues françaises fassent plus d'erreurs que les personnes qui bégayaient italiennes, et que ces erreurs soient plus portées par les syllabes rares qui sont plus nombreuses pour les Français.

- Si, comme le suppose la CRH, il existe un lien entre les disfluences et les erreurs dans l'encodage phonologique, nous nous attendons à trouver erreurs et disfluences dans les mêmes items.

Chez les personnes qui bégayaient, adultes et enfants, français et italiens, erreurs et disfluences sont portées par des mots ou syllabes-cibles distincts. La tâche n'est peut-être pas idéale pour mettre à jour ce genre de corrélation.

### 2.3 LES PHÉNOMÈNES DE LÉNITION

- Nous nous attendons à en trouver plus chez les personnes qui bégayaient du fait de stratégies mises en place de manière plus ou moins consciente.

Oui les personnes qui bégayaient, adultes et enfants, en font plus que les personnes fluentes. Ces phénomènes sont sans doute un reflet de stratégies.

## **3 Récapitulatif des hypothèses et réponses pour l'étude de la description d'image**

### **3.1 POUR LES 3 ADULTES**

- Nous attendons plus de disfluences sur les mots lexicaux que sur les mots grammaticaux.  
Deux adultes, les plus âgés, rentrent dans les critères de cette suggestion.
- Nous attendons des disfluences influencées par la complexité phonologique.

Nous ne le trouvons que chez un sujet sur trois, le plus âgé. Concernant les autres, peut-être que la sévérité du bégaiement joue ce qui expliquerait que celui dont le bégaiement est léger ne rentre pas dans le cadre de cette hypothèse. Enfin, il est possible que l'âge soit un facteur également important, puisque le plus jeune des adultes ne rentre pas non plus dans le cadre de cette hypothèse. Enfin, il est possible que les personnes qui bégaièrent soient différemment sensibles à la complexité phonologique.

- Nous attendons des erreurs influencées par la complexité phonologique.

Non, nous ne retrouvons pas cette influence en parole descriptive, alors qu'elle est présente en parole répétée.

- Nous attendons des erreurs et des disfluences sortant plus facilement dans les mêmes mots.

Cela est vrai pour nos trois sujets, ce qui va en faveur de la CRH (Covert Repair Hypothesis) de Postma & Kolk (1993).

- Il pourrait exister un lien entre la parole fluente et la parole disfluente. Autrement dit, nous nous attendons à peut-être trouver un lien entre les mesures acoustiques en parole fluides et nos observations en parole disfluente.

Il est difficile de répondre. Le parallèle que nous avons mis en avant est essentiellement une piste de réflexion pour de futures recherches. Mais si l'on s'en réfère au continuum de la fluence (Perters et al., 2000), les deux types de parole devraient certainement être liés, dans le sens où ils devraient être sensibles aux mêmes facteurs.

### **3.2 POUR LES 3 ENFANTS :**

- Nous supposons trouver plus de disfluences sur les mots grammaticaux :

Cela est vrai pour deux des trois sujets. Le plus âgé serait peut-être déjà en transition vers un bégaiement de type adulte.

- Nous ne pensons pas trouver d'influence de la complexité.

Effectivement, il n'y a pas d'influence de la complexité chez les deux plus jeunes. En revanche, le plus âgé a un bégaiement qui paraît influencé par la complexité phonologique. Ainsi, ces données semblent confirmer que ce dernier sujet a un bégaiement qui se rapproche de celui d'un adulte.

- Comme pour la tâche de répétition, nous supposons que les erreurs aient été influencées par la complexité

Cette tendance s'observe chez deux sujets sur trois.

- Nous supposons qu'une tâche suscitant la production d'une certaine difficulté articulaire entraînera peut-être plus facilement que la tâche de répétition, le lien entre les disfluences et les erreurs phonologiques.

C'est moins flagrant que chez l'adulte F. mais cette tendance apparaît quand même chez deux enfants.

#### 4 Résumé global des résultats, interprétations et avis cliniques

Les avis cliniques ne sont que des suggestions, idées éventuelles, compléments des prises en charge classiques, ou simplement supports théoriques à des techniques de fluence existantes. Les mêmes avis cliniques se répètent à plusieurs reprises car nous avons choisi une présentation par résultat. Or plusieurs résultats différents peuvent conduire aux mêmes avis cliniques. La conclusion qui suit permet d'apporter une vision globale.

Tâche de répétition-COARTICULATION k			
Nos résultats	Confirment les références	Interprétations	Avis cliniques
Influence du lieu d'articulation De manière générale, influence de la langue : les Français coarticulent moins que les Italiens	Sussman et al. (1991) Sussman et al. (1993) Agwuele et al. (2008)	Nous retrouvons bien les données de la littérature ce qui appuie la pertinence de notre protocole	
En SR, les bègues coarticulent moins que les fluents  En AAF, la différence trouvée en SR est accentuée : k begAAF < k beg SR < k fluents SR	Zmarich & Marchiori (2004) Robb & Blomgren (1997) Sussman et al. (2011) van Lieshout & Namasivayam (2010) Kalowski et al. (1993) van Lieshout & Namasivayam (2011)  Chon (2010)	Mouvements plus amples, plus d'effort articulatoire  Meilleur feedback kinesthésique  Les conditions AAF agissent sur la parole fluente en diminuant encore le degré de coarticulation Mais l'interprétation est difficile.	Parmi les techniques de fluence proposées par les orthophonistes ou trouvées par les patients eux-mêmes, l'hypo-articulation du premier phonème est très souvent utilisée (et associée à la parole prolongée) et se traduit par un degré de coarticulation élevé.  Nos résultats en accord avec la théorie des capacités motrices de parole nous font dire qu'une parole qui s'approche de l'hyper-articulation pourrait aussi être une technique. Cette forme d'articulation présente peut-être le risque de susciter des tensions, mais l'avantage de donner plus de retour sensoriel.

Tâche de répétition- Δ F2			
Résultats	Références	Interprétations	Avis cliniques
<p>En SR, <b>influence de la complexité phonologique : Δ F2 des bègues &gt; Δ F2 fluents</b></p> <p>entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>nd</sup> niveau de complexité pour les adultes bègues français</p> <p>entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>nd</sup> syllabe du 2<sup>nd</sup> niveau de complexité pour les adultes bègues italiens</p>	<p>Smith (1999)</p> <p>van Lieshout et al. (2004)</p> <p>Namasivayam &amp; van Lieshout (2011)</p>	<p>Etant donné que les résultats en AAF vont à l'inverse de ceux en SR, l'interprétation est difficile. Mais nous notons :</p> <p>Une sensibilité du système moteur de la parole bègue à la complexité phonologique.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Argument en faveur de capacités motrices de parole dites « limitées » chez les bègues.</p> <p>Une <b>constante</b> semble ressortir : <b>un manque de flexibilité et d'adaptation du système moteur de la parole aux différents changements et contraintes extérieures</b> (complexité de la tâche, perturbation des feedbacks sensoriels, variations des débits).</p>	<p>Si la parole fluente présente déjà un manque d'adaptation, une sensibilité à la complexité alors il paraît opportun :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-de hiérarchiser les exercices de fluence en fonction de la complexité du matériel linguistique</li> <li>-de proposer des exercices permettant de gagner en stabilité motrice de parole, donc d'entraîner les capacités d'adaptation et de flexibilité du système moteur en proposant des exercices comme:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alternier les exercices avec et sans complexité articulatoire</li> <li>- Faire varier les débits de parole</li> <li>- Alternier les exercices avec et sans perturbation des feedbacks sensoriels</li> </ul>
<p>En AAF, globalement, <b>Δ F2 des bègues italiens</b> diminuent et se rapprochent de ceux des fluents.</p>	<p>Chon (2010)</p>		

Tâche de répétition-DISFLUENCES			
Résultats	Références	Interprétations	Avis cliniques
<p>En SR, les disfluences des adultes ne sont pas influencées par la complexité phonologique. Les disfluences des enfants le sont</p> <p>En AAF, chez l'adulte, le nombre de disfluences diminue considérablement. Chez l'enfant, l'effet du AAF est présent mais moins que chez l'adulte</p>	<p>Contraires aux résultats de Howell et collaborateurs</p> <p>Stuart et al. (2004) Armson et al. (2006) Armson &amp; Kieffe (2008) Foundas et al. (2013)</p>	<p>Le caractère non-écologique de la tâche ne permet peut-être pas de faire ressortir l'influence de la complexité phonologique chez les adultes, français et italiens.</p> <p>Chez l'enfant français, il est possible que ce soit le facteur « fréquence rare » plus que celui de « complexité articulatoire » qui joue</p> <p>Chez l'adulte, le AAF est très améliorant en répétition (sauf pour 1 sujet) Chez l'enfant, les conditions AAF sont également bénéfiques</p>	<p>Si effectivement, la complexité articulatoire et/ou la fréquence des séquences joue un rôle, notamment chez l'enfant, il peut être utile de travailler cet aspect en le prenant en compte dans les exercices de fluence.</p> <p>L'utilisation du AAF, en complément des prises en charge classiques paraît très intéressante notamment pour stimuler les capacités d'adaptation qui semblent faire défaut dans le système moteur de la parole des personnes qui bégayaient.</p>



Tâche de répétition-ERREURS			
Résultats	Références	Interprétations	Avis cliniques
<p>En SR, les bégues adultes, français et italiens, et enfants français font + d'erreurs que les fluents</p> <p>Les adultes et enfants bégues français font des erreurs influencées par la complexité de la syllabe.</p>	<p>Bosshardt et al. (2002) Weber-Fox et al. (2004) Hennessey et al. (2008) Smith et al. (2010) Melnick et al. (2003) Byrd et al. (2007) Sasisekaran et al. (2013) Weber-Fox et al. (2008) Hakim &amp; Bernstein-Ratner (2004)</p>	<p>Lacune (et non trouble) au niveau de l'encodage phonologique.</p> <p>Chez les bégues Français, adultes et enfants : sensibilité de la parole à la complexité</p> <p>Influence probable du facteur fréquence</p>	<p>Si chez certains adultes et enfants qui bégaiement, l'encodage phonologique est lacunaire et si de surcroît, un lien existe entre cette lacune et le bégaiement (cf résultats image), alors, il paraît judicieux de le travailler même si aucun trouble n'apparaît : Travailler la production de syllabes complexes, les rimes, les manipulations de phonèmes, de syllabes...</p>
<p>Chez les adultes bégues français, erreurs et disfluences ne paraissent pas liées.</p> <p>Chez les enfants français, et adultes italiens, il semble peut-être exister un lien entre erreurs et disfluences mais pas clair (apparition dans les mêmes phrases porteuses)</p>	<p>Postma &amp; Kolk (1993) : la CRH</p>	<p>La tâche non-écologique ne permet peut-être pas de faire clairement ressortir le lien entre les erreurs et les disfluences</p>	
Tâche de répétition-PHÉNOMÈNES DE LÉNTION			
Résultats	Références	Interprétations	Avis cliniques
<p>En SR, Chez les adultes français et italiens qui bégaiement : + de phénomènes de lénition que chez les adultes fluents et les enfants bégues et fluents. Ces phénomènes sont plus présents sur les syllabes complexes.</p>		<p>Ces phénomènes paraissent le reflet de stratégies de compensation</p>	
Impact de la langue			
<p>Globalement, différences entre les bégues de chacune des langues = influence forte du facteur « langue » sur le bégaiement</p>			<p>Les manifestations du bégaiement peuvent être différentes en fonction des langues : conséquences dans la prise en charge des personnes bilingues qui bégaiement.</p>

Tâche de description d'image- chez les Français			
Résultats	Réf	Interprétations	Avis cliniques
<p><u>Chez les adultes</u></p> <p><b>Sujet A</b> : bégaiement léger</p> <p>-les disfluences non influencées par la complexité phonologique</p> <p>- <math>\Delta F2</math> +/- éloignés de la moyenne des fluents sur /CrV/, /sCrV/</p> <p><b>Sujet B</b> : bégaiement modéré</p> <p>-disfluences influencées par la complexité phonologique</p> <p>- <math>\Delta F2</math> éloignés de la moyenne des fluents</p> <p><b>Sujet F</b> : bégaiement sévère</p> <p>-disfluences sur mots grammaticaux pas influencées par la complexité phonologique</p> <p>- <math>\Delta F2</math> éloignés de la moyenne des fluents</p> <p>- erreurs sur mêmes mots que disfluences</p> <p><u>Chez les enfants</u></p> <p><b>Sujet EA</b> : bégaiement sévère :</p> <p>-disfluences non influencées par la complexité</p> <p>-plus d'erreurs communes aux disfluences ( sur mêmes mots) dans cette tâche que dans la tâche de répétition</p> <p><b>Sujet EB</b> : bégaiement sévère</p> <p>-disfluences plus sur les lexèmes et influencées par la complexité phono <math>\approx</math> bégaiement adulte</p> <p>-erreurs pas influencées par la complexité phono.</p> <p>- erreurs seules ou avec disfluences</p> <p><b>Sujet EC</b> : bégaiement modéré</p> <p>-disfluences pas influencées par la complexité</p> <p>-erreurs plutôt seules</p>	Howell et coll.	<p>-la théorie de la sensibilité tardive à la complexité se vérifie chez B</p> <p>-Cette sensibilité est peut-être dépendante de l'âge de la sévérité du bégaiement</p> <p>-lacunes dans l'encodage phonologique : erreurs et disfluences : appui de la CRH → importance du choix de l'épreuve</p> <p>-possible impact du facteur « fréquence »</p> <p>-EA et EC vérifient l'hypothèse de Howell et collaborateurs</p> <p>-La fourchette de transition vers le bégaiement adulte paraît large comme le montrent les résultats de EB (bégaiement type adulte en CM1) alors que F (bégaiement type enfant) à 16 ans.</p>	<p>Ces 6 sujets sont intéressants. Il semble bien que la théorie de Howell et collaborateurs se vérifie chez certains sujets en français.</p> <p>La CRH se vérifie peut-être également → le lien entre les disfluences et les erreurs, peut être révélé par des tâches de type description d'images, proches de la parole spontanée.</p> <p>Comme nous avons commencé à le dire, il paraît vraiment intéressant, dans un bilan de bégaiement :</p> <p>-de proposer la description d'une image de ce type en relevant erreurs et disfluences.</p> <p>-tester l'encodage phonologique si nécessaire</p> <p>Ce genre d'image peut permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une partie de l'évaluation du bégaiement</li> <li>- de voir s'il existe un impact de la complexité phonologique sur les disfluences et de quantifier également les erreurs</li> </ul> <p>En fonction des patients, si un impact de la complexité est trouvé, alors cela peut permettre d'orienter la prise en charge.</p> <p>Par ailleurs, simple confirmation de fait déjà connu : Varier les tâches de parole puisque le bégaiement ne se manifeste pas de la même manière dans les différentes situations de communication.</p>

Tableau 55 : Récapitulatif des résultats et avis cliniques.

## 5 Conclusion

Nous avons pu confirmer les données de la littérature concernant l'influence de la langue et des lieux d'articulation sur le comportement coarticulatoire, ce qui démontre la pertinence de notre protocole.

Chez les personnes qui bégayaient, la coarticulation en parole fluente est plus faible. Les mouvements linguaux sont donc plus larges et rapides et nécessitent plus d'efforts articulatoires que pour les fluents. Se pose alors la question de l'interprétation de ces données coarticulatoires. Nous avons suggéré de nous appuyer sur les résultats en AAF, condition améliorante, pour interpréter ceux en SR. Cependant, les résultats paradoxaux obtenus en AAF ne nous ont finalement pas permis de le faire. Interprétés à la lumière des théories motrices de la parole, les faibles degrés de coarticulation trouvés dans la parole des personnes qui bégayaient, françaises et italiennes, correspondraient plutôt à des stratégies de compensation puisque les mouvements de large amplitude favorisent plus de stabilité motrice. Il est ainsi possible qu'une parole hyper-articulée puisse être utile puisqu'elle permettrait aux personnes qui bégayaient de s'appuyer de manière plus intense sur leurs feedbacks kinesthésiques, ce qui pourrait favoriser une parole fluente.

Par ailleurs, les personnes bègues de notre corpus semblent bien avoir des capacités motrices « limitées » comme le suggèrent van Lieshout et ses collègues. En effet, nous trouvons en parole fluente une sensibilité à la complexité phonologique. Finalement, nous observons que dans la littérature, très disparate dans le domaine du bégaiement, une constante paraît ressortir : une certaine **sensibilité à la complexité de la tâche, sans doute en raison d'un manque d'adaptation, d'une vulnérabilité du système moteur de la parole bègue**. Ainsi, ces résultats vont dans le sens du continuum de la fluence et montrent qu'une zone de fragilité existe. La parole perceptivement fluente des personnes qui bégayaient peut se différencier de celle des fluents et être proche de l'extrémité défailante du continuum. Par ailleurs, ce continuum suggère que parole fluente et disfluente pourraient être liées, c'est-à-dire influencées par les mêmes facteurs. Il est possible que les particularités coarticulatoires présentes en parole fluente soient les prémisses de l'apparition des disfluences. Nous avons essayé de faire émerger ce lien mais peu de réelles conclusions ont pu être tirées.

La parole perceptivement fluente des personnes qui bégayaient paraît dépendante de la langue comme le montrent des différences de comportement coarticulatoire observées entre les personnes bègues françaises et italiennes par rapport à leurs homologues fluents. Ce constat questionne sur les manifestations du bégaiement chez les personnes bègues bilingues.

Il semble que les disfluences puissent être influencées par la complexité phonologique au moins chez certains adultes et certains enfants. Cette influence paraît toutefois dépendante de la sévérité du bégaiement. Elle serait également dépendante de l'âge du sujet, ce conformément à la théorie de la sensibilité tardive à la complexité phonologique. Cette influence de la complexité phonologique observée également en tâche de répétition chez les enfants qui bégaiant, paraît signifier des lacunes au niveau de l'encodage phonologique. Les difficultés au niveau de l'encodage phonologique se révèlent aussi dans le lien entre erreurs et disfluences. Ce lien est difficile à déterminer uniquement à travers cette tâche de répétition. La tâche de description d'image, plus écologique, permet de le mettre évidence de manière plus nette, peut-être plus chez les adultes que chez les enfants. La Covert Repair Hypothesis (Postma & Kolk, 1993) paraît donc confirmée. Les disfluences ou au moins une partie d'entre elles, sont sans doute liées à l'inefficience de l'encodage phonologique.

Les conditions de feedback altéré ont un impact très net sur les disfluences dans la tâche de répétition. Comme le soulignent un certain nombre d'auteurs, les conditions AAF sont d'autant plus efficaces qu'elles sont appliquées à des situations de communication peu engageantes.

## **6 Pistes pour de futures recherches**

Tout d'abord, plusieurs recherches peuvent encore se faire à partir du corpus enregistré :

- Tous les enregistrements des enfants sur la tâche de répétition ont été annotés, ainsi, il serait bien de conduire les mêmes analyses chez les enfants des deux langues.
- Nos résultats en AAF sont questionnants. Il serait utile de poursuivre car nous ne comprenons pas pourquoi nous obtenons des résultats paradoxaux. Avec les mesures de pente  $k$ , la condition AAF entraîne une diminution de la coarticulation alors qu'avec les mesures de  $\Delta F2$ , la condition AAF entraîne une légère augmentation de la coarticulation pour les italiens bègues.
- Quelle est l'étendue des effets du AAF ? Il agit sur la fluence. Qu'en est-il des erreurs, des phénomènes de lénition ? Que devient l'influence de la complexité phonologique sous AAF ?
- L'analyse de la description de l'image pourrait être poursuivie pour voir quelle proportion d'adultes et d'enfants bègues est sensible à la complexité phonologique. Quelle est la fourchette d'âge pendant laquelle s'opère le changement entre un bégaiement de type enfant, non sensible à la complexité phonologique, et un bégaiement de type adulte,

sensible à la complexité phonologique ? Quelle est la réelle influence de la sévérité du bégaiement ?

- La description de l'image a été enregistrée chez tous les adultes et enfants français en SR et AAF. Le travail peut se poursuivre aussi en situation AAF.
- Par ailleurs, les sujets ont été enregistrés en parole lue puis en parole spontanée dans les deux conditions perceptives SR et AAF. Nous n'avons pas eu le temps d'exploiter ces enregistrements qui peuvent être aussi intéressants en termes d'analyse des disfluences, des erreurs, peut-être aussi de certains paramètres acoustiques.

Par ailleurs, le concept de continuum de la fluence (Peters et al., 2000) pose la question du lien entre parole fluente et disfluente. Nous avons cherché à voir, dans les études de cas d'adultes bégues, si une sensibilité à la complexité phonologique en parole fluente se retrouvait en parole disfluente. Notre protocole n'est certainement pas adapté pour faire émerger ce genre de lien. D'autres recherches pourraient être proposées.

Des recherches cliniques pourraient être conduites pour tester l'efficacité de techniques de parole visant à favoriser plus de feedback kinesthésique par des mouvements articulatoires plus amples.

Nous avons relevé une influence de la complexité phonologique, mais contrairement à ce qui était prévu dans le protocole nous n'avons pas pu différencier le facteur « complexité articulatoire » de celui de « fréquence » car la coarticulation différait de manière trop importante entre les deux langues.

## **7 Limites de l'étude**

Une des limites de cette étude a été finalement la difficulté de dissocier les facteurs de complexité articulatoire de fréquence pour les résultats au niveau de la coarticulation.

Par ailleurs, nous avons beaucoup de participants, mais finalement peu dans chaque groupe ce qui limite très certainement la portée des analyses statistiques.

La parole de laboratoire, ou très contrainte comme dans une tâche de répétition, reste une parole délicate à interpréter du fait qu'elle n'est pas du tout écologique. Ainsi, il est important d'étudier

aussi une parole plus spontanée. Cependant, il aurait été bien de pouvoir faire des analyses de coarticulation dans la tâche de description d'image.

Il est nécessaire de faire attention au facteur langue, puisque finalement, même en parole fluente, les personnes qui bégayaient de chaque langue, ne se comportent pas pareil vis-à-vis de leurs homologues fluents.

Enfin, la grande variabilité des résultats est peut-être aussi une limite aux interprétations. Même les fluents ont une grande variabilité inter-individuelle.

## 8 Perspectives

### 8.1 SUR LE RENFORCEMENT DES CAPACITÉS MOTRICES DE PAROLE

Cette recherche nous a permis d'appréhender les techniques de fluence d'une autre manière. Les lectures des articles notamment de van Lieshout et son équipe nous ont apporté un éclairage venant des théories sur les capacités motrices de parole. Selon cette théorie, les capacités motrices de parole des personnes qui bégayaient sont *limitées* dans le sens où elles montrent des instabilités, un manque de coordination entre les articulateurs, même en parole fluente. Ainsi, selon cette théorie, la fluence est vue comme un continuum que l'on a schématisé ainsi :

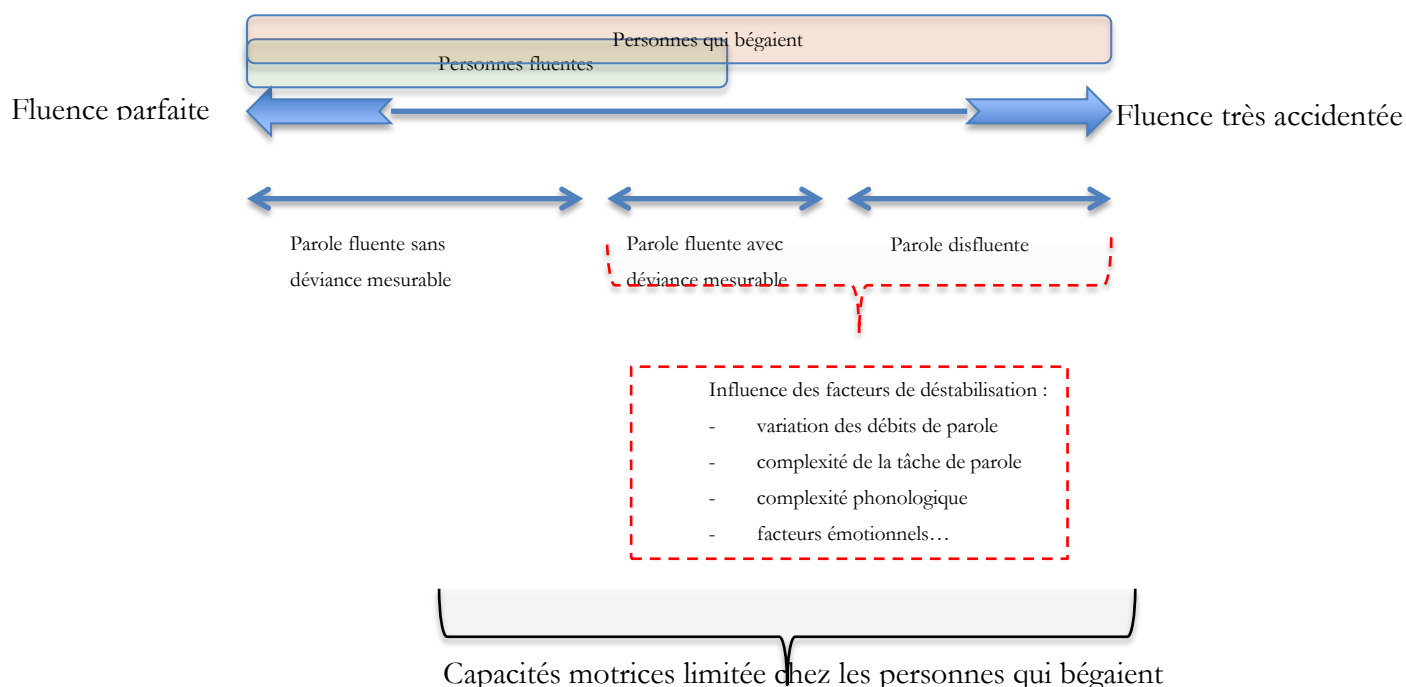


Figure 72 : Schéma du continuum de la fluence inspiré des théories sur les capacités motrices de parole (Peters et al., 2000 ; van Lieshout et al., 2004)

Les lacunes au niveau des capacités motrices de parole se manifestent surtout en présence de facteurs déstabilisants.

Actuellement, les techniques de fluence qui peuvent être utilisées chez l'adolescent et l'adulte qui bégaiement, se basent beaucoup sur un ralentissement important au moins en début de prise en charge. Puis le patient essaie de gagner en vitesse et en naturel (ce qui va ensemble) de parole tout en contrôlant son bégaiement. Cependant, selon la théorie sur les capacités motrices de parole, la réduction du débit n'est pas forcément la seule condition d'amélioration de la fluence. La parole fluente peut être obtenue à débit accéléré. Namasivayam & van Lieshout (2011) en donnent une explication claire. Ils expliquent qu'il existe plusieurs manières pour accélérer le débit de parole :

- « réduire le temps des pauses,
- augmenter la coarticulation entre les gestes,
- réduire la durée des segments,
- réduire l'amplitude des mouvements
- augmenter la rapidité des mouvements

ou une combinaison de ces différentes manières » (Namasivayam & van Lieshout, 2011, p 481).

Globalement, deux stratégies peuvent être adoptées pour accélérer le débit :

- une réduction de l'amplitude des mouvements articulatoires qui permet de ne pas trop accélérer la vitesse de ces mouvements
- une augmentation de l'amplitude des mouvements qui s'accompagne d'une accélération des gestes articulatoires

Selon les auteurs, la 1<sup>ère</sup> stratégie n'est pas la bonne pour les personnes qui bégaiement car elle entraîne des instabilités motrices de parole. « this amplitude reduction strategy may result in destabilization of articulatory coordination, as evidenced by an increase in its variability, especially for PWS with limited speech motor skills. (...) the SMS approach predicts that for PWS to produce fast rates, a drastic reduction in movement amplitude would be a bad solution (as it would introduce instabilities) and therefore they would tend to increase movement amplitudes. If they do this, they would not show more stutters during fast speech rates. This is counterintuitive but evidence for the use of this type of strategy in PWS has been found in recent studies from our lab » (Namasivayam & van Lieshout, 2011, p 481).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> « Cette stratégie de réduction d'amplitude peut résulter en une déstabilisation de la coordination articulatoire, comme cela est prouvée par une augmentation de la variabilité, notamment chez les personnes bégaiement qui ont des capacités motrices de parole limitées. (...) La théorie des capacités motrices de parole prédit que pour que les personnes qui bégaiement aient un débit rapide, une diminution importante de l'amplitude des mouvements ne serait pas une bonne solution (puisque cela induirait des instabilités), ils devraient donc augmenter l'amplitude des mouvements.

Cette approche questionne l'utilisation des contacts doux qui ne favoriseraient pas un gain dans la stabilité du système moteur de parole.

Il nous semble plutôt, comme nous le suggérons dans nos interprétations, que plusieurs stratégies existent, et il s'agit de proposer celle qui convient le mieux au patient :

- stratégie basée sur moins d'effort et des mouvements moins amples. Cette stratégie correspond finalement à celle utilisée dans les *contacts doux*.
- stratégie basée sur un gain de feedback kinesthésique avec des mouvements amples qui en plus d'avoir un effet sur la fluence, favorisent un gain au niveau de la stabilité motrice de parole.

Il serait intéressant de conduire des recherches cliniques pour tester l'efficacité de cette technique d'augmentation de l'amplitude des gestes articulatoires.

Nous avons introduit la technique de la parole hyper-articulée auprès d'un patient adulte et d'un patient de 9 ans. Chez l'adulte, la technique s'avère efficace et permet effectivement une amélioration de la fluence. L'avantage que présente cette technique est que le ralentissement n'est pas nécessaire. Chez l'enfant de 9 ans, la technique est également efficace, mais le patient reste plus à l'aise avec la technique de la parole prolongée. Les essais sont à poursuivre et à évaluer sur le long terme. Si l'explication théorique derrière la technique de l'hyper-articulation est vraie, il nous semble intéressant de l'appliquer pour travailler le retour sensoriel.

Par ailleurs, nos résultats, comme beaucoup d'autres avant nous, ont montré des particularités en parole fluente chez les personnes qui bégaiement. La question de l'interprétation (stratégies de compensation ou fragilité) est difficile. Cependant, quelle que soit l'interprétation, cela semble confirmer qu'il existe une zone sensible sur le continuum (figure 73) de la fluence (Peters et al. 2000). Il nous paraît utile de proposer des exercices afin de travailler spécifiquement cette zone sensible, c'est-à-dire, travailler de manière à entraîner les capacités motrices à gagner en stabilité.

---

S'ils font cela, ils n'auront pas plus de bégaiement lors d'un débit de parole rapide. Cela est contre-intuitif mais des preuves de l'utilisation de ce type de stratégie chez les PWS ont été trouvées dans des études récentes de notre laboratoire »



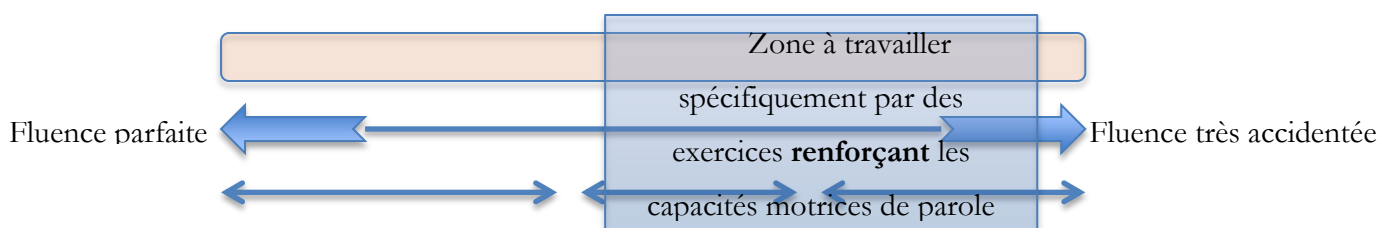


Figure 73 : Schéma du continuum de Peters et al. (2000) et des zones possibles à travailler.

Les conditions améliorant la fluence (débit ralenti, parler à l'unisson, parler sous AAF, parler avec un métronome, les contacts doux...) permettent une amélioration de la fluence parce qu'ils permettent de réduire la demande imposée au système moteur de parole (Namasivayam & van Lieshout, 2011). Mais est-ce qu'elles **renforcent les capacités motrices de parole** ? Est-ce qu'elles permettent de **gagner en stabilité** ?

En accord avec la théorie sur les capacités motrices de parole, les capacités motrices sont stimulées, entraînées, améliorées lorsque la parole est réalisée en situation de facteurs destabilisants, comme par exemple en situation de double tâche (facteur destabilisant puisqu'elle augmente la complexité de la tâche). Ainsi, lorsqu'on demande au patient de transférer les techniques de parole dans des situations de la vie quotidienne, ou même avant lorsqu'on leur demande d'appliquer les techniques de parole dans des situations de parole de plus en plus difficiles, on favorise très certainement un gain au niveau des capacités motrices de parole, puisque dans les premiers temps de ce transfert les personnes se trouvent en situation de double tâche : maîtriser le bégaiement et maintenir une conversation. Peu à peu, les capacités s'améliorent, la désensibilisation participe aussi à favoriser l'amélioration, et moins d'attention est nécessaire à la maîtrise du bégaiement dans diverses situations de la vie quotidienne. Mais ce transfert est bien souvent long et difficile pour la plupart des patients. Ainsi, pourquoi ne proposerait-on pas des exercices spécifiques visant à gagner en stabilité motrice en plus des techniques visant à maîtriser le bégaiement dans des situations de parole de plus en plus difficiles ?

Ainsi, il nous semble utile de proposer des exercices spécifiques afin de travailler l'augmentation de la stabilité motrice. Basé sur la théorie des capacités motrices de parole chez les bégues, un travail favorisant plus de stabilisation devrait permettre un gain de fluence et peut-être favoriserait le « transfert » à la vie quotidienne qui est l'étape la plus difficile de la prise en charge. Ainsi, après échanges sur le sujet avec Dr. van Lieshout, il semblerait qu'un des moyens de gagner en stabilité motrice de parole est de travailler en tâche duelle : parler tout en étant occupé à autre chose (autre tâche motrice, linguistique, ou cognitive), en veillant à hiérarchiser la difficulté.

Aussi, travailler en faisant varier les facteurs de déstabilisation pourrait favoriser un gain au niveau des capacités motrices de parole : produire, en alternant débit lent puis rapide, des syllabes simples puis complexes. Puis, augmenter la difficulté en demandant une variation du débit au sein de phrases, en parole lue, en parole spontanée...

Enfin, toujours dans le but d'améliorer les capacités motrices de parole, on pourrait suggérer des exercices variant le feedback kinesthésique : produire une alternance de mouvements articulatoires larges, puis réduits.

Nous avons commencé à tester ces exercices au cabinet. Nous n'avons pas le recul pour savoir s'ils apportent vraiment un plus à la prise en charge, et s'ils facilitent le transfert. Cependant, nous observons qu'ils sont plaisants à faire. En effet, les variations de débit sont des exercices très appréciés, notamment lors de concours de rapidité ou de lenteur. Ils permettent de ne pas rester que sur le ralentissement qui parfois lasse certains.

## **8.2 SUR L'UTILITÉ DU DIALOGUE SUR IMAGE**

Concernant l'image, il serait vraiment intéressant que les recherches puissent être poursuivies. Selon nous, certains adultes, certains enfants, sont sensibles à la complexité phonologique et la prise en charge peut facilement être adaptée en fonction de cette sensibilité. Utilisée en bilan, avec une annotation simplifiée, cette image permet de tester la sensibilité à la complexité phonologique.

Actuellement, nous utilisons l'annotation simplifiée suivante :

Sur une minute de parole, nous comptabilisons le nombre de mots. Ensuite, nous multiplions ce nombre par le temps réel de parole pour avoir une idée du nombre total de mots. Enfin, nous comptons le nombre de mots commençant par des clusters. Ainsi, nous avons globalement le nombre de mots dont l'initiale est simple et le nombre de mots dont l'initiale est complexe. Ensuite, nous comptons le nombre de disfluences qui tombent juste avant ou sur un mot dont l'initiale est complexe, et nous faisons pareil pour celles qui tombent juste avant ou sur un mot dont l'initiale est simple. Enfin, nous calculons le pourcentage de disfluences qui tombent dans la catégorie des mots simples et dans celle des mots complexes ((nombre de disfluences/ nombre de mots simples)\*100) puis ((nombre de disfluences/ nombre de mots complexes)\*100).

S'il y a une influence de la complexité phonologique, on peut hiérarchiser les exercices en proposant du matériel basé sur des syllabes, des mots simples. Puis, on peut travailler l'augmentation de la complexité. Pour constituer le matériel, la base de données « lexique3 » sur internet permet de sélectionner des mots en fonction de leur structure syllabique. Ainsi, on peut

facilement faire des listes de mots qui commencent par /V/, /CV/, /CCV/...en choisissant la catégorie grammaticale que l'on veut (noms, verbes, adjectifs...).

Différents types d'exercices peuvent être proposés à partir de ces mots :

Lecture, insertion dans des phrases, à placer dans des histoires à inventer...et plus on va vers une situation de parole difficile, plus on travaille un ensemble de composantes.

Pour les enfants qui bégaiement et qui ont un trouble phonologique associé (ce qui est très fréquent), cette image permet de savoir pour quel type de prise en charge opter vis-à-vis du trouble phonologique. Si l'enfant a un bégaiement qui semble lié aux erreurs phonologiques qu'il produit et en plus influencé par la complexité phonologique, il vaut certainement mieux prendre en charge le trouble phonologique de manière indirecte au moins le temps que le bégaiement diminue. Si ce n'est pas le cas, on peut probablement opter pour une prise en charge directe du trouble phonologique associée à une prise en charge directe du bégaiement.

### 8.3 SUR LES PONTS ENTRE LA RECHERCHE ET LA CLINIQUE

« Despite decades of research and clinical work in the area of stuttering, it is the perception of many that a gap exists between how researchers and clinicians view the disorder. Many researchers claim that clinician employ practices with dubious roots to either efficacy or basic research in stuttering ; that they are « not up on the literature ». By contrast, it is not unusual to hear clinicians claim that most published literature appears to have little direct relevance concerns in the treatment of stuttering. This gap in the appreciation of what clinicians and researchers perceive they can offer each other appears to be an ongoing problem in the field of stuttering. » (Bernstein-Ratner & Healey, 1999)<sup>2</sup>.

« Those of us who have spent many years engaged in stuttering research and treatment all began where you are right now, at the threshold of an exciting and rewarding profession. » (Guitar, 2013, p. 4)<sup>3</sup>.

Comme dans de nombreux domaines, l'interface entre la pratique clinique et la recherche est floue. Pourtant chercheurs, cliniciens, cliniciens-chercheurs ont intérêt à travailler ensemble, à

---

<sup>2</sup> Malgré des décennies de recherche et de travail clinique dans le domaine du bégaiement, beaucoup trouvent qu'il existe un fossé entre la manière dont les chercheurs et les cliniciens considèrent le trouble. Beaucoup de chercheurs affirment que les cliniciens ont des pratiques aux origines douteuses concernant soit l'efficacité soit la recherche dans le bégaiement ; qu'ils ne sont pas « à jour de la littérature ». Au contraire, ce n'est pas inhabituel d'entendre les cliniciens affirmer que la plupart de la littérature publiée ne semble avoir qu'un faible lien avec le traitement du bégaiement. Cette insuffisance dans l'appréciation de ce que cliniciens et chercheurs peuvent avoir les uns des autres est un problème récurrent dans le domaine du bégaiement.

<sup>3</sup> Ceux parmi nous qui ont passé beaucoup d'années engagés dans la recherche et le traitement du bégaiement ont tous commencé là où vous en êtes maintenant, au seuil d'une profession passionnante et enrichissante.

échanger, et à construire. Actuellement, recherche et clinique ne se côtoient pas assez et finalement, ne se connaissent pas assez. Il est vrai que la rencontre entre ces deux mondes n'est pas forcément aisée, ne serait-ce parce-que le « temps recherche » et le « temps clinique » sont très différents voire opposés. Le premier est lent, planifié sur du long terme, s'échelonnant sur des mois, voire des années ; le second est bien plus court, répondant à des besoins immédiats. De nombreuses autres raisons font que l'aller-retour entre la recherche et la clinique n'est pas évident :

- La recherche ne se limite pas à la recherche clinique. Elle peut être d'ordre fondamental, expérimental, et de fait, les liens avec la pratique sont plus ténus.
- Les moyens de communication des résultats des recherches ne sont pas toujours assez proches des cliniciens, peut-être pas mis à leur portée.
- Les échanges entre cliniciens et chercheurs n'étant sans doute pas assez nombreux, le chercheur manque parfois de l'expérience clinique détenue par le praticien et ne se pose pas toujours les questions qui sont au fait de la réalité du trouble. Inversement, le clinicien manque de l'expertise du chercheur pour pouvoir améliorer la prise en charge qu'il propose à ses patients.

Heureusement, le constat n'est pas fait que de manques. A Paris, en Italie par exemple, des cliniciens, des chercheurs, des cliniciens-chercheurs s'efforcent de faire vivre ce lien en organisant des rencontres entre chercheurs, cliniciens et étudiants. Enfin, ce lien vit grâce aux mémoires des étudiants en orthophonie, et bientôt, nous l'espérons, grâce à des thèses en orthophonie. Des colloques s'efforcent également de rassembler cliniciens et chercheurs (IFA, Tours, 2012, Croatie, 2013). Chacun gagnerait au contact de l'autre : le chercheur pour nourrir sa réflexion des questionnements issus de la réalité clinique ; et le clinicien pour intégrer facilement à sa pratique les dernières avancées scientifiques. Le Centre de la fluidité verbale de Montréal est un modèle en matière de liens établis entre la recherche et la clinique. Dirigé par Dr. Rosalee Shenker, ce centre rassemble chercheurs et cliniciens, et permet de ce fait des avancées scientifiques considérables en recherche clinique.

Finalement, nous sommes persuadée que toute recherche, qu'elle soit expérimentale ou clinique peut fournir matière à réflexion et à enrichissement à la pratique et inversement. Certains, comme Barry Guitar, Rosalee Shenker, chercheurs et cliniciens à la fois, lient constamment les deux et proposent des idées d'application à partir de données de recherche scientifique de tout type : fondamentale, expérimentale, et clinique.

Cette recherche nous a permis de montrer que la parole fluente des personnes qui bégaiement peut présenter des particularités coarticulatoires qui pourraient être des stratégies adoptées pour contrôler la fluence. Cette parole fluente est toutefois caractérisée par des capacités motrices dites « limitées » puisqu'elles sont empreintes d'une sensibilité à la complexité de la tâche. Il est possible que, les caractéristiques de cette parole fluente déterminent la probabilité des disfluences à être influencées par la complexité phonologique. Par ailleurs, les personnes qui bégaiement semblent avoir des lacunes au niveau de l'encodage phonologique comme le signe la proportion d'erreurs plus grande au sein de cette population. Ces lacunes dans l'encodage phonologique pourraient être liées aux disfluences. Et ce lien apparaît plus nettement dans des tâches relativement écologiques. Enfin les conditions de feedback auditif modifié ont un pouvoir améliorant au niveau des disfluences surtout en tâche de répétition. L'impact du feedback auditif sur les mesures acoustiques mérite d'être creusé.

Bien plus que ce que je m'y attendais, ce travail m'a permis de dresser de nombreux ponts entre la recherche et la clinique et m'a confortée dans ma conviction que ces deux domaines ont de nombreux espaces de réflexions à partager. Finalement, la recherche, même expérimentale a son lot de richesses à apporter à la clinique et inversement. Même lorsque les recherches ne sont pas cliniques, elles peuvent toujours donner matière à réfléchir, favoriser les remises en question et faire germer des idées d'exercices, d'adaptation de prises en charge. L'expérience clinique quant à elle guide les questions de recherche et sans doute le dépouillage et l'analyse des résultats. En orthophonie, la recherche arrivera bientôt grâce au passage des études dans le cursus classique de licence, master, doctorat. C'est une grande avancée pour la profession qui permettra justement de tisser des liens plus proches entre chercheurs et cliniciens.

# Bibliographie

---

- Adams, M. R. (1990). The demands and capacities model I: theoretical elaborations. *Journal of Fluency Disorders*, 15(3), 135–141.
- Adams, M. R., Lewis, J. I., & Besozzi, T. E. (1973). The Effect of Reduced Reading Rate on Stuttering Frequency. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 16(4), 671–675.
- Agwuele, A., Sussman, H. M., & Lindblom, B. (2008). The effect of speaking rate on consonant vowel coarticulation. *Phonetica*, 65, 194–209.
- Alfonso, P. J. (1995). Respiratory function in stutterers. In F. Bell-Berti and L. J Raphael (Eds.), *Producing speech : contemporary issues*. New York : AIP Press.
- Alfonso, P. J., & van Lieshout, P. H. H. M. (1997). Spatial and temporal variability in obstruent gestural specification by stutterers and controls : comparisons across sessions. In W. Hulstijn, H. F. Peters, and P. H. H. M. van Lieshout (Eds.), *Speech production : motor control, brain research and fluency disorders* (pp 151-160). Amsterdam : Elsevier Publishers.
- Ambrose, N. G., Yairi, E., & Cox, N. (1993). Genetic aspects of early childhood stuttering. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 701–706.
- Anderson, J. D. (2008). Phonological neighborhood and word frequency effects in the stuttered disfluencies of children who stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(1), 229–247.
- Anderson, J. D., & Byrd, C. T. (2008). Phonotactic probability effects in children who stutter. *Journal of speech, language, and hearing research*, 51, 851–866.
- Anderson, J.D., & Conture, E.G. (2004). Sentence-structure priming in young children who do and do not stutter. *Journal of Speech Language, and Hearing Research*, 47, 552-571.
- Anderson, J.D., Pellowski, M.W., & Conture, E.G. (2005). Childhood stuttering and dissociations across linguistic domains. *Journal of Fluency Disorders*, 30, 219-253.
- Anderson, J. D., Wagovich, S. A., & Hall, N. E. (2006). Nonword repetition skills in young children who do and do not stutter. *Journal of fluency disorders*, 31(3), 177–99.
- Andrews, G., Hoddinott, S., Craig, A., Howie, P.M., Feyer, A.-M., & Neilson, M.D. (1983). Stuttering : a review of research findings and theories circa 1982. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 48, 226-246.
- Andrews, G., Howie, P. M., Dozsa, M., & Guitar, B. (1982). Stuttering: Speech pattern characteristics under fluency-inducing conditions. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25, 208–216.
- Antipova, E. A., Purdy, S. C., Blakeley, M., & Williams, S. (2008). Effects of altered auditory feedback (AAF) on stuttering frequency during monologue speech production. *Journal of fluency disorders*, 33(4), 274–90.
- Arbib, M. A. (2001). Co-Evolution of Human Consciousness and Language. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 929(1), 195–220.
- Arbib, M.A., Billard, A., Iacoboni, M., & Oztop, E. (2000). Synthetic brain imaging: grasping, mirror neurons and imitation. *Neural Networks*, 13(8), 975–997.

- Armson, J., Foote, S., Witt, C., Kalinowski, J., & Stuart, A. (1997). Effect of frequency altered feedback and audience size on stuttering. *European journal of disorders of communication : the journal of the College of Speech and Language Therapists, London*, 32(3), 359–366.
- Armson, J., & Kiefte, M. (2008). The effect of SpeechEasy on stuttering frequency, speech rate, and speech naturalness. *Journal of Fluency Disorders*, 33(2), 120–134.
- Armson, J., Kiefte, M., Mason, J., & De Croos, D. (2006). The effect of SpeechEasy on stuttering frequency in laboratory conditions. *Journal of fluency disorders*, 31(2), 137–52.
- Armson, J., & Stuart, A. (1998). Effect of extended exposure to frequency-altered feedback on stuttering during reading and monologue. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41(3), 479–490.
- Arnd, J., & Healey, E. C. (2001). Concomitant disorders in school age children who stutter. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 32, 68–78.
- Aumont-Boucand, V. (2012). Les outils de la fluence. Ortho-Edition.
- Aumont-Boucand, V. (2013). Les traitements du bégaiement, approches plurielles. Quelles options de traitement et pour quels patients? *Rééducation Orthophonique*, 256, 3-7.
- Au-Yeung, J., & Howell, P. (2002). Non-word reading , lexical retrieval and stuttering: Comments on Packman, Onslow, Coombes and Goodwin (2001). *Clinical linguistics & phonetics*, 16(4), 287–293.
- Baddeley, A., Gathercole, S., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105, 158–173.
- Bajaj, A., Hodson, B., & Schommer-Aiken, M. (2004). Performance on phonological and grammatical awareness metalinguistic tasks by children who stutter and their fluent peers. *Journal of Fluency Disorders*, 29, 63-77.
- Bakhtiar, M., Ali, D. A., & Sadegh, S. P. (2007). Nonword repetition ability of children who do and do not stutter and covert repair hypothesis. *Indian Journal of Medical Sciences*, 61, 462–470.
- Bankson, N. W., & Bernthal, J. E. (1990). Bankson–Bernthal Test of Phonology. Riverside Publishing Company.
- Barker, J. (1973). *Arizona Articulation Proficiency Scale (AAPS)*. Los Angeles: Western Psychological Association.
- Batik, J., Yaruss, J.S., & Bennett, E. (2003). *A preliminary investigation of the co-occurrence of word finding disorders in children who stutter*. Papier présenté au 4th World Congress on Fluency Disorders, Montreal, Canada.
- Benguerel, A.P., & Cowan, H.A. (1974). Coarticulation of upper lip protusion in French. *Phonetica*, 30, 41-55.
- Bernstein Ratner, N. (1995). Treating the child who stutters with concomitant language or phonological impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 26(2), 180–186.
- Bernstein Ratner, N., & Healey, E. C. (1999). Bridging the gap between stuttering research and practice: an overview. In N. Bernstein Ratner & E. C. Healey (Eds.), *Stuttering research and practice: bridging the gap* (pp. 1–12). New York: Psychology Press.



- Biermann-Ruben, K., Salmelin, R., & Schnitzler, A. (2005). Right rolandic activation during speech perception in stutterers: a MEG study. *NeuroImage*, 25(3), 793–801.
- Blomgren, M., & Goberman, A. M. (2008). Revisiting speech rate and utterance length manipulations in stuttering speakers. *Journal of Communication Disorders*, 41(2), 159–178.
- Blood, G. (2003). Co-occurring disorders in children who stutter. *Journal of Communication Disorders*, 36(6), 427–448.
- Bloodstein, O. (1950). Hypothetical conditions under which stuttering is reduced or absent. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 15, 142–153.
- Bloodstein, O., & Bernstein Ratner, N. (2008). *A handbook of stuttering* (6th ed.). Clifton Park, NY: Tomson Delmar Learning.
- Boersma, P., & Weenink, D., (2012). Praat: doing phonetics by computer. (Version 5.3.42) [Computer program], retrieved 1, may 2012 from <http://www.praat.org/>.
- Bonin, P. (2003). *Production verbale de mots: approche cognitive*. De Boeck Supérieur.
- Bosshardt, H.-G., Ballmer, W., & de Nil, L. F. (2002). Effects of category and rhyme decisions on sentence production. *Journal of speech, language, and hearing research*, 45(5), 844–57.
- Braun, A. (1997). Altered patterns of cerebral activity during speech and language production in developmental stuttering. An H2(15)O positron emission tomography study. *Brain*, 120(5), 761–784.
- Brignone, S. (2013). La fleur de soi, un outil thérapeutique, ou comment valoriser les qualités de la personne qui bégaye, restaurer une image de soi altérée par le bégaiement. *Rééducation Orthophonique*, 256, 69-77.
- Brown, S. F. (1945). The loci of stutterings in the speech sequence. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 10(3), 181.
- Brown, S., Ingham, R. J., Ingham, J. C., Laird, A. R., & Fox, P. T. (2005). Stuttered and fluent speech production: An ALE meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25(1), 105–117.
- Browman, C. P., & Goldstein, L. (1986). Towards an articulatory phonology. *Phonology Yearbook*, 3, 219–252.
- Browman, C. P., & Goldstein, L. (1989). Articulatory gestures as phonological units. *Phonology*, 6, 201–251.
- Browman, C. P., & Goldstein, L. (1992). Articulatory Phonology: An Overview. *Phonetica*, 49(3-4), 155–180.
- Browman, C. P., & Goldstein, L. (1997). The Gestural Phonology Model. In W. Hulstijn, H. F. M. Peters, & P. H. H. M. van Lieshout (Eds.), *Speech production: Motor control, Brain Research and Fluency Disorders*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Burger, R., & Wijnen, F. (1999). Phonological encoding and word stress in stuttering and nonstuttering subjects. *Journal of Fluency Disorders*, 24(2), 91–106.
- Byrd, C. T., Conture, E. G., & Ohde, R. N. (2007). Phonological priming in young children who stutter: holistic versus incremental processing. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 16(1), 43–53.

- Byrd, C.T., Wolk, L., & Davis, B.L. (2007). Role of phonology in childhood stuttering and its treatment. In E.G., Conture, & R.F., Curlee (Eds.), *Stuttering and related disorders of fluency*. New York : Thieme.
- Chang, S. E., Erickson, K. I., Ambrose, N. G., Hasegawa-Johnson, M. A., & Ludlow, C. L. (2008). Brain anatomy differences in childhood stuttering. *Neuroimage*, 39(3), 1333-1344.
- Chang, S. E., Horwitz, B., Ostuni, J., Reynolds, R., & Ludlow, C. L. (2011). Evidence of left inferior frontal–premotor structural and functional connectivity deficits in adults who stutter. *Cerebral Cortex*, 21(11), 2507-2518.
- Chang, S. E., Kenney, M. K., Loucks, T. M., & Ludlow, C. L. (2009). Brain activation abnormalities during speech and non-speech in stuttering speakers. *Neuroimage*, 46(1), 201-212.
- Chang, S., Ohde, R. N., & Conture, E. G. (2002). Coarticulation and formant transition rate in young children who stutter. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 45, 676–688.
- Cherry, C., & Sayers, B. M. (1956). Experiments upon the total inhibition of stammering by external control, and some clinical results. *Journal of Psychosomatic Research*, 1(4), 233-246.
- Chon, H. (2010). *Auditory-motor integration influences on speech motor control and fluency: a comparison of normally fluent speakers and people who stutter*. Thèse de l'University of Illinois.
- Chon, H., Kraft, S. J., Zhang, J., Loucks, T., & Ambrose, N. G. (2013). Individual variability in delayed auditory feedback effects on speech fluency and rate in normally fluent adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56(2), 489–504.
- Civier, O., Tasko, S. M., & Guenther, F. H. (2010). Overreliance on auditory feedback may lead to sound/syllable repetitions: simulations of stuttering and fluency-inducing conditions with a neural model of speech production. *Journal of Fluency Disorders*, 35(3), 246–79.
- Coady, J. A., & Aslin, R. N. (2004). Young children’s sensitivity to probabilistic phonotactics in the developing lexicon. *Journal of Experimental Child Psychology*, 89(3), 183–213.
- Conture, E.G., Walden, T.A., Arnold, H.S., Graham, C.G., & Karrass, J. (2006). A Communication-Emotional Model of Stuttering. In N. Bernstein Ratner & J. Tetnowski (Eds.), *Current issues in stuttering research and practice* (pp17-46). Mahwah, New Jersey : LEA.
- Corbera, S., Corral, M.-J., Escera, C., & Idiazábal, M. A. (2005). Abnormal speech sound representation in persistent developmental stuttering. *Neurology*, 65(8), 1246–52.
- Coulter, C. E., Anderson, J. D., & Conture, E. G. (2009). Childhood stuttering and dissociations across linguistic domains : a replication and extension. *Journal of Fluency Disorders*, 34(4), 257–78.
- Crystal, D. (1980). *A first dictionary of linguistics and phonetics*. London: Andre Deutsch.
- Dawson, J. I., Stout, C. E., & Eyer, J. A. (2003). *Structured Photographic Expressive Language Test* (3rd ed.). DeKalb, IL: Janelle Publications.
- De Chassey, J. (2013). Thérapie d’Acceptation et d’Engagement et Bégaiement. *Rééducation Orthophonique*, 256, 69-77.
- De Chassey, J., & Brignone, S. (2003). *Thérapie comportementale et cognitive*. Isbergues: Ortho-Edition.

- De Jong, K. (1995). The supraglottal articulation of prominence in English: linguistic stress as localized hyperarticulation, *Journal of Acoustical Society of America*, 97, 491-504.
- De Jong, K., Beckman, M.E., & Edwards, J. (1993). The interplay between prosodic structure and coarticulation, *Language and Speech*, 36, 197-212.
- De Nil, L. F., & Abbs, J. H. (1991). Kinaesthetic acuity of stutterers and non-stutterers for oral and non-oral movements. *Brain*, 114(5), 2145-2158.
- Dollaghan, C. A., & Campbell, T. F. (1998). Nonword repetition and child language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 1136-1146.
- Dunn, L., & Dunn, L. (1981). *Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT)* (rev. ed.). Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Dworzynski, K., & Howell, P. (2004). Predicting stuttering from phonetic complexity in German. *Journal of fluency disorders*, 29(2), 149-73.
- Farnetani E. (1999). Coarticulation and connected speech process. In W. J. Hardcastle and J. Laver (Eds.), *The handbook of phonetic sciences* (pp 371-404). Oxford : Blackwell Publishers Ltd.
- Farnetani E., & Recasens, D. (1999). Coarticulation models in recent speech production theories. In W.J. Hardcastle, & N. Hewlett (Eds.), *Coarticulation. Theory, data, and techniques* (pp 31-65). United Kingdom : Cambridge University Press.
- Felsenfeld, S., Kirk, K.M., Zhu, G., Statham, D.J., Neale, M.C., & Martin, N.G. (2000). A study of the genetic and environmental etiology of stuttering in a selected twin sample. *Behavior Genetics*, 30, 359-366.
- Fougeron, C. (1997). Articulatory strengthening at edges of prosodic domains. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(6), 3728.
- 2Foundas, L., Bollich, M., Feldman, J., Corey, D. M., Hurley, M., Lemen, L. C., & Heilman, K. M. (2004). Aberrant auditory processing and atypical planum temporale in developmental stuttering. *Neurology*, 63(9), 1640-6. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15534249>
- Foundas, A. L., Mock, J. R., Corey, D. M., Golob, E. J., & Conture, E. G. (2013). The SpeechEasy device in stuttering and nonstuttering adults: fluency effects while speaking and reading. *Brain and language*, 126(2), 141-50.
- Fowler, C. (1994). Invariants, specifiers, cues : an investigation of locus equations as information for place of articulation. *Perception & Psychophysics*, 55 (6), 597-610.
- Fox, P.T., Ingham, R., Ingham, J.C., Hirsch, T.B., Downs, J.H., Martin, C., Jerabek, P., Glass, T., & Lancaster, J L. (1996). A PET study of the neural systems of stuttering. *Nature*, 382, 158-162.
- Fox, P.T., Ingham, R.J., Ingham, J.C., Zamarripa, F., Xiong, J.-H., & Lancaster, J.L. (2000). Brain correlates of stuttering and syllable production: A PET performance-correlation analysis. *Brain*, 123, 1985-2004.
- Fromkin, V., & Ladefoged, P. (1966). Electromyography in Speech Research. *Phonetica*, 15, 219-242.
- Fujimura, O., & Erickson, D. (2012). Acoustic Phonetics. In W.J. Hardcastle, J. Laver & F. E. Gibbon (Eds.), *The handbook of phonetic sciences*. (2nd ed). (pp 7-38). Oxford :Wiley.

- Gallop, R. F., & Runyan, C. M. (2012). Long-term effectiveness of the SpeechEasy fluency-enhancement device. *Journal of fluency disorders*, 37, 334–343.
- Garnier, M. (2007). *Communiquer en environnement bruyant : de l'adaptation jusqu'au forçage vocal*. Acoustique-phonétique. Thèse de doctorat. Université Paris 6.
- Garnier, M., Henrich, N., & Dubois, D. (2010). Influence of sound immersion and communicative interaction on the Lombard effect. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(3), 588–608.
- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., Service, E., & Martin, A. J. (1997). Phonological short-term memory and new word learning in children. *Developmental Psychology*, 33(6), 966–979.
- Gathercole, S. E., Willis, C., & Baddeley, A. D. (1991). Differentiating phonological memory and awareness of rhyme: Reading and vocabulary development in children. *British Journal of Psychology*, 82(3), 387–406.
- Gathercole, S., Willis, C., Baddeley, A., & Emslie, H. (1994). The Children's Test of Nonword Repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2, 103–127.
- Goldiamond, I. (1965). Stuttering and fluency as manipulatable operant response classes. *Research in Behavior Modification*, 106-156.
- Goldman, J. P. (2011). *EasyAlign: an automatic phonetic alignment tool under Praat* Proceedings of InterSpeech, September 2011, Firenze, Italy.
- Goldman, R., & Fristoe, M. (1986). *Goldman-Fristoe test of articulation (GFTA)*. Circle Pines, MN: American Guidance Service, Inc.
- Gregg, B. A., & Yairi, E. (2007). Phonological skills and disfluency levels in preschool children who stutter. *Journal of Communication Disorders*, 40(2), 97–115.
- Gregory, H. & Hill, D. (1993). Differential evaluation-differential therapy for stuttering children. In R. F. Curlee (Ed.), *Stuttering and related disorders of fluency* (pp 22-42). Thieme Medical Publishers, New York,.
- Guenther, F. H. (1994). A neural network model of speech acquisition and motor equivalent speech production. *Biological Cybernetics*, 72(1), 43–53.
- Guenther, F. H. (2006). Cortical interactions underlying the production of speech sounds. *Journal of Communication Disorders*, 39(5), 350–65.
- Guenther, F. H., Ghosh, S. S., & Tourville, J. A. (2006). Neural modeling and imaging of the cortical interactions underlying syllable production. *Brain and language*, 96(3), 280–301.
- Guenther, F. H. & Perkell, J. S. (2004). A neural model of speech production and its application to studies of the role of auditory feedback in speech. In B. Maassen, R. Kent, P. H. van Lieshout, & W. Hulstijn (Eds.), *Speech motor control in normal and disordered speech*, (pp. 29-49). Oxford : Oxford University Press.
- Guitar, B. (2013). Introduction to stuttering. In B. Guitar (Ed.), *Stuttering, an integrated approach to its nature and treatment* (4th ed., pp. 3–21). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Guntupalli, V. K., Nanjundeswaran, C., Kalinowski, J., & Dayalu, V. N. (2011). The effect of static and dynamic visual gestures on stuttering inhibition. *Neuroscience letters*, 492(1), 39–42.

- Hakim, H. B., & Ratner, N. B. (2004). Nonword repetition abilities of children who stutter: an exploratory study. *Journal of Fluency Disorders*, 29(3), 179–99.
- Hall, E.N., Wagovich, S.A., & Bernstein Ratner, N. (2007). Language considerations in childhood stuttering. In E.G., Conture, & R.F., Curlee (Eds.), *Stuttering and Related Disorders of Fluency* (3<sup>ème</sup> ed.) (pp153-167). New York. Stuttgart : Thieme.
- Hardcastle, W., & Hewlett (1999). Introduction. In W.J Hardcastle, et N. Hewlett (Eds.), *Coarticulation. Theory, data, and techniques* (pp 1-4). United Kingdom : Cambridge University Press.
- Hargrave, S., Stuart, A., Armson, J., & Jones, K. (1994). Effect of frequency-altered feedback on stuttering frequency at normal and fast speech rates research note. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 1313–1319.
- Harrington, J. (1987). Coarticulation and stuttering: An acoustic and palatographic study. In H. Peters & W. Hulstijn (Eds.), *Speech motor dynamics in stuttering* (pp. 381-392). Wien: Springer-Verlag.
- Harris, V., Onslow, M., Packman, A., Harrison, E., & Menzies, R. (2002). An experimental investigation of the impact of the Lidcombe Program on early stuttering. *Journal of Fluency Disorders*, 27(3), 203–214.
- Hartsuiker, R.J., Kolk, H.H.J., Lickley, R.J. (2005). Stuttering on function words and content words : a computational test of the Covert Repair Hypothesis. In R.J., Hartsuiker, R. Bastiaanse, A. Postma, & F.N.K., Wijnenn (Eds.), *Phonological encoding and monitoring in normal and pathological speech*. Hove, UK: Psychology Press.
- Hearne, A., Packman, A., Onslow, M., & O'Brian, S. (2008). Developing treatment for adolescents who stutter: a phase I trial of the Camperdown Program. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 39(4), 487–97.
- Hennessey, N. W., Nang, C. Y., & Beilby, J. M. (2008). Speeded verbal responding in adults who stutter: are there deficits in linguistic encoding? *Journal of fluency disorders*, 33(3), 180–202.
- Hirsch, F. (2007). *Le bégaiement Perturbation de l'organisation temporelle de la parole et conséquences spectrales*. Parole et Cognition. Thèse de l'Université Marc Bloch. Strasbourg 2.
- Hodson, B.W. (1986). *The Assessment of Phonological Processes-Revised*. Austin, TX : Pro-Ed.
- Houde, J. F., & Jordan, M. I. (1998). Sensorimotor adaptation in speech production. *Science*, 279(5354), 1213-1216.
- Howell, P. (2004). Effects of delayed auditory feedback and frequency-shifted feedback on speech control and some potentials for future development of prosthetic aids for stammering, *Stammering Research*, 1(1), 31-46.
- Howell, P. (2004). Assessment of some contemporary theories of stuttering that apply to spontaneous speech. *Contemporary Issues in Communication Sciences and Disorders*, 1–29.
- Howell, P., & Au-Yeung, J. (1995). The association between stuttering, Brown factors, and phonological categories in child stutterers ranging in age between 2 and 12 years. *Journal of Fluency Disorders*, 20, 331–344.
- Howell, P., & Au-Yeung, J. (2002). The EXPLAN theory of fluency control applied to the diagnosis of stuttering. *Amsterdam Studies In The Theory And History Of Linguistic Science Series 4*, 75-94.

- Howell, P., & Au-Yeung, J. (2007). Phonetic complexity and stuttering in Spanish. *Clinical linguistics & phonetics*, 21(2), 111–27.
- Howell, P., Au-Yeung, J., & Sackin, S. (2000). Internal structure of content words leading to lifespan differences in phonological difficulty in stuttering. *Journal of Fluency Disorders*, 25, 1-20.
- Howell, P., Au-Yeung, J., Yaruss, S. J., & Eldridge, K. (2006). Phonetic difficulty and stuttering in English. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 20(9), 703–716.
- Howell, P., El-Yaniv, N., & Powell, D. J. (1987). Factors affecting fluency in stutterers. In H. F. M. Peters & W. Hulstijn (Eds.), *Speech motor dynamics in stuttering* (pp. 361–369). New York: Springer.
- Howell, P., & Powell, D. J. (1987). Delayed auditory feedback with delayed sounds varying in duration. *Perception & Psychophysics*, 42(2), 166–172.
- Howell, P., & Rusbridge, S. (2011). The speech and language characteristics of developmental stuttering in English speakers. In P. Howell & J. Van Borsel (Eds.), *Multilingual aspects of fluency disorders*. Canada: CDAL.
- Howell, P., & Vause, L. (1986). Acoustic analysis and perception of vowels in stuttered speech. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 79(5), 1571–9.
- Huinck, W. J., van Lieshout, P. H. H. M., Peters, H. F. M., & Hulstijn, W. (2004). Gestural overlap in consonant clusters: effects on the fluent speech of stuttering and non-stuttering subjects. *Journal of Fluency Disorders*, 29(1), 3–25.
- Ingham, R. J., Moglia, R. A., Frank, P., Ingham, J. C., & Cordes, A. K. (1997). Experimental investigation of the effects of frequency-altered auditory feedback on the speech of adults who stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(2), 361–372.
- Ingham, R. J., & Packman, A. (1979). A further evaluation of the speech of stutterers during chorus- and nonchorus-reading conditions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 22(4), 784–793.
- Iskarous, K., Fowler, C. a, & Whalen, D. H. (2010). Locus equations are an acoustic expression of articulator synergy. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(4), 2021–32.
- Jakielski, K. J. (1998). *Motor organization in the acquisition of consonant clusters*. PhD thesis, University of Texas at Austin. Ann Arbor Michigan, UMI Dissertation services.
- Jones, J. A., & Munhall, K. G. (2000). Perceptual calibration of F0 production: Evidence from feedback perturbation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(3), 1246.
- Jones, J. A., & Striemer, D. (2007). Speech disruption during delayed auditory feedback with simultaneous visual feedback. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(4), 135–41.
- Jones, M., Onslow, M., Harrison, E., & Packman, A. (2000). Treating stuttering in young children predicting treatment time in the Lidcombe Program. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(6), 1440–1450.
- Jones, M., Onslow, M., Packman, A., O'Brian, S., Hearne, A., Williams, S., Ormond, T. & Schwarz, I. (2008). Extended follow-up of a randomized controlled trial of the Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43, 649–661.

- Jones, M., Onslow, M., Packman, A., Williams, S., Ormond, T., Schwarz, I., & Gebski, V. (2005). Randomised controlled trial of the Lidcombe programme of early stuttering intervention. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 331(7518), 659.
- Kalinowski, J., Armson, J., Stuart, A., & Gracco, V. L. (1993). Effects of alterations in auditory feedback and speech rate on stuttering frequency. *Language and Speech*, 36(1), 1–16.
- Kalinowski, J., & Saltuklaroglu, T. (2003a). Choral speech: the amelioration of stuttering via imitation and the mirror neuronal system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(4), 339–347.
- Kalinowski, J., & Saltuklaroglu, T. (2003b). Choral speech: the amelioration of stuttering via imitation and the mirror neuronal system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(4), 339–347.
- Kalinowski, J. & Saltuklaroglu, T. (2005). *Stuttering*, Plural Publishing, San Diego, 2005
- Kalinowski, J., Saltuklaroglu, T., Guntupalli, V., & Stuart, A. (2004). Gestural recovery and the role of forward and reversed syllabic repetitions as stuttering inhibitors in adults. *Neuroscience letters*, 363(2), 144–9.
- Kalinowski, J., Stuart, A., Rastatter, M. P., Snyder, G., & Dayalu, V. (2000). Inducement of fluent speech in persons who stutter via visual choral speech. *Neuroscience letters*, 281(2-3), 198–200.
- Kalinowski, J., Stuart, A., Sark, S., & Armson, J. (1996). Stuttering amelioration at various auditory feedback delays and speech rates. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 31(3), 259–269.
- Kang, C., Riazuddin, S., Mundorf, J., Krasnewich, D., Friedman, P., Mulliken, et al. (2010). Mutations in the lysosomal enzyme-tar-geting pathway and persistent stuttering. *New England Journal of Medicine*, 362(8), 677–685.
- Karimi, H., & Nilipour, R. (2011). Characteristics of developmental stuttering in Iran. In P. Howell & J. Van Borsel (Eds.), *Multilingual aspects of fluency disorders*. Canada: CDAL.
- Kehoe, T.D. (2009). *No miracle cures. A multifactorial guide to stuttering therapy*. Boulder, CO : University College Press.
- Kent, R. D., & Minifie, F. D. (1977). Coarticulation in recent speech production models. *Journal of Phonetics*, 5, 115–133.
- Kleinow, J., & Smith, A. (2000). Influences of length and syntactic complexity on the speech motor stability of the fluent speech of adults who stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(2), 548–559.
- Klich, R., & May, G. (1982). Spectrographic study of vowels in stutterers' fluent speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 25, 364-370.
- Kloth, S. A. M. (1999). Original articles persistence and remission of incipient stuttering among high-risk children. *Journal of Fluency Disorders*, 24, 253–265.
- Kolk, H. H. J. (1991). Is stuttering a symptom of adaptation or of impairment? In H. F. M. Peters, W. Hulstijn, & C. W. Starkweather (Eds.), *Speech motor control and stuttering*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. Kolk.

- Kolk, H., & Postma, A. (1997). Stuttering as a covert repair phenomenon. *Nature and Treatment of Stuttering: New directions*, 2, 182-203.
- Kuhl, P. K. (2000). A new view of language acquisition. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97(22), 11850–7.
- Kühnert, B., & Nolan, F. (1999). The origin of coarticulation. In W.J. Hardcastle, & N. Hewlett (Eds.). *Coarticulation. Theory, data, and techniques* (pp 7-30). United Kingdom : Cambridge University Press.
- Krull, D. (1989). *Second formant locus patterns and consonant-vowel coarticulation in spontaneous speech*. Phonetic Experimental Research at the Institute of Linguistics, PERILUS, VII, pp. 66-70. University of Stockholm.
- Lee, B. S. (1950a). Some effects of side-tone delay. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 22, 639–640.
- Lee, B. S. (1950b). Effects of delayed speech feedback. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 22, 824–826.
- Le Huche, F. (1998). *Le bégaiement option guérison*, Albin Michel.
- Levelt, W.J.M (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge: MIT Press.
- Levelt, W.J.M, Roelofs, A., et Meyer A.S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and brain Sciences*, 22, 1-75.
- Levelt, W. (1999). Models of word production. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(6), 223–232.
- Lincoln, M., Packman, A., & Onslow, M. (2006). Altered auditory feedback and the treatment of stuttering: A review. *Journal of Fluency Disorders*, 31(2), 71–89.
- Lindblom, B. (1963) *On vowel reduction*. Report #29, The Royal Institute of Technology, Speech Transmission Laboratory, Stockholm, Sweden.
- Lindblom, B. (1990). Explaining phonetic variation: A sketch of the H&H theory, in W. Hardcastle and A. Marchal (Eds.). *Speech Production and Speech Modeling*, (pp. 403–439) Kluwer, Dordrecht.
- Lindblom, B. J. (1996). Role of articulation in speech perception : clues from production. *Journal of acoustical society of america*, 99 (3), 1663-1692.
- Lindblom, B., Agwuele, A., Sussman, H. M., & Cortes, E. (2007). The effect of emphatic stress on consonant vowel coarticulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 121, 3802–3813.
- Lindblom, B. & Maddieson, I. (1988). Phonetic universals in consonant systems. In: Li, C., Hyman, L. (eds), *Language, Speech and mind*. (pp62-78). London: Routledge,.
- Lindblom, B., & Sussman, H. M. (2012). Dissecting coarticulation: how locus equations happen. *Journal of Phonetics*, 40(1), 1–19.
- Liu, C., & Kewley-Port, D. (2004). Formant discrimination in noise for isolated vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116(5), 3119.
- Löfqvist, A. (1999). Interarticulator phasing, locus equations, and degree of coarticulation. *Journal of Acoustical Society of America*, 106(4), 1–16.



- Logan, K., & Conture, E. (1995). Length, grammatical complexity, and rate differences in stuttered and fluent conversational utterances of children who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 20, 35–61.
- Lombard, E. (1911). Le signe de l'élévation de la voix. *Annales des Maladies de l'oreille et du larynx*, 2(37), 101–119.
- Loucks, T., & De Nil, L. F. (2006a). Anomalous sensorimotor integration in adults who stutter: a tendon vibration study. *Neuroscience Letters*, 402, 195–200.
- Loucks, T., & De Nil, L. F. (2006b). Oral kinesthetic deficit in adults who stutter: a target-accuracy study. *Journal of motor behavior*, 38(3), 238–46.
- Louko, L. J., Conture, E. G., & Edwards, M. L. (1999). Treating children who exhibit co-occurring stuttering and disordered phonology. In R. F. Curlee (Ed.), *Stuttering and related disorders of fluency*. New York: Thieme Medical Publishers.
- Louko, L. J., Edwards, M. L., & Conture, E. G. (1990). Phonological characteristics of young stutterers and their normally fluent peers: preliminary observations. *Journal of Fluency Disorders*, 15(4), 191–210.
- Macleod, J., Kalinowski, J., Stuart, A., & Armson, J. (1995). Effect of single and combined altered auditory feedback on stuttering frequency at two speech rates. *Journal of communication disorders*, 28(3), 217–28.
- Macleod, J., Kalinowski, J., Stuart, A., & Armson, J. (1995). Effect of single and combined altered auditory feedback on stuttering frequency at two speech rates. *Journal of communication disorders*, 28(3), 217–228.
- Macneilage, P. F. (1998). The frame / content theory of evolution of speech production. *Behavioral and brain sciences*, 21, 499–546.
- Maddieson, I. (2007). Issues of phonological complexity: Statistical analysis of the relationship between syllable structures, segment inventories and tone contrasts. *Experimental approaches to phonology*, 93–103.
- Maddieson, I. (2009). Calculating phonological complexity. In F. Pellegrino, E. Marsico, I. Chitoran, C. Coupé (Eds.), *Approaches to phonological complexity* (pp 85–110). Walter de Gruyter.
- Manuel, S. (1999). Cross-language studies: relating language-particular coarticulation patterns to other language-particular facts. In W.J. Hardcastle, et N. Hewlett (Eds.). *Coarticulation. Theory, data, and techniques* (pp 179–198). United Kingdom : Cambridge University Press.
- Marchall, A., & Hardcastle, W. (1993). ACCOR : instrumentation and database for the cross-language study of coarticulation. *Language and Speech*, 36 (2,3), 133–135.
- Marion, L. & Mars, V. (2012). *Accès lexical et évocation : recherche d'un trouble de l'accès au mot chez l'enfant qui bégaye de 4 ans 9 mois à 7 ans 10 mois*. Mémoire d'orthophonie. Université Claude Bernard, Lyon.
- Max, L., Guenther, F. H., Gracco, V. L., Ghosh, S. S., & Wallace, M. E. (2004). Unstable or insufficiently activated internal models and feedback-biased motor control as sources of dysfluency: A theoretical model of stuttering. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 31, 105–122.
- Melnick, K. S., & Conture, E. G. (2000). Relationship of length and grammatical complexity to the systematic and nonsystematic speech errors and stuttering of children who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 25(1), 21–45.

- Melnick, K. S., Conture G. E., & Ohde, R. N. (2003). Phonological priming in picture naming of young children who stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(6), 1428–1443.
- Monfrais-Pfauwadel, M.C. 2000. *Un manuel du bégaiement*. Marseille : Solar.
- Munhall, K. G., MacDonald, E. N., Byrne, S. K., & Johnsrude, I. (2009). Talkers alter vowel production in response to real-time formant perturbation even when instructed not to compensate. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(1), 384–90.
- Namasivayam, A. K., & van Lieshout, P. (2008). Investigating speech motor practice and learning in people who stutter. *Journal of fluency disorders*, 33(1), 32–51.
- Namasivayam, A. K., & van Lieshout, P. (2011). Speech motor skill and stuttering. *Journal of motor behavior*, 43(6), 477–89.
- Namasivayam, A. K., van Lieshout, P., & De Nil, L. (2008). Bite-block perturbation in people who stutter: immediate compensatory and delayed adaptive processes. *Journal of communication disorders*, 41(4), 372–94.
- Namasivayam, A. K., van Lieshout, P., McIlroy, W. E., & De Nil, L. (2009). Sensory feedback dependence hypothesis in persons who stutter. *Human movement science*, 28(6), 688–707.
- Natke, U. (2000). Reduction of stuttering frequency using frequency-shifted and delayed auditory feedback. *Folia phoniatrica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 52(4), 151–9.
- Natke, Ul., Grosserkarl, J., & Kalveram, T. (2001). Fluency, fundamental frequency, and speech rate under frequency-shifted auditory feedback in stuttering and nonstuttering persons. *Journal of Fluency Disorders*, 26, 227–241.
- Natke, U., & Kalveram, K. T. (2001). Fundamental frequency and vowel duration under frequency shifted auditory feedback in stuttering and nonstuttering adults. In In H.-G. Bosshardt, J. S. Yaruss & H. F. M. Peters (Eds.), *Fluency disorders: Theory, research, treatment and selfhelp. Proceedings of the Third World Congress on Fluency Disorders* (pp. 66–71). Nyborg, Denmark. Nijmegen: Nijmegen University Press, 66–71.
- New B., Pallier C., Ferrand L., & Matos R. (2001) Une base de données lexicales du français contemporain sur internet: LEXIQUE, *L'Année Psychologique*, 101, 447-462. <http://www.lexique.org>
- Newcomer, P., & Hammill, D. (1982). *Test Of Language Development-Primary (TOLD)*. Austin, Texas: Pro-Ed.
- Newman, R. S., & Bernstein Ratner, N. (2007). The role of selected lexical factors on confrontation naming accuracy, speed, and fluency in adults who do and do not stutter. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(1), 196–213.
- Nippold, M. A. (2002). Stuttering and Phonology: Is There an Interaction? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 11(2), 99–110.
- Nippold, M.A., Schwarz, I.E., & Jescheniak, J.D. (1991). Narrative ability in school-age stuttering boys : a preliminary investigation. *Journal of Fluency Disorders*, 16, 289-308.

- Nitttrouer, S., Studdert-Kennedy, M., & McGowan, R. (1988). The emergence of phonetic segments: evidence from the spectral structure of fricative- vowel syllables spoken by children and adults. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32, 120-132.
- Ntourou, K., Conture, E. G., & Lipsey, M. W. (2011). Language abilities of children who stutter: a meta-analytical review. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 20(3), 163–179.
- O'Brian, S. & Carey, B. (2012). The Camperdown Program. In S. Jelcic Jaksic & M. Onslow (2012). *The science and practice of stuttering treatment : a symposium*. (pp 15-27) UK : Wiley-Blackwell.
- O'Brian, S. & Carey, B. (2013). Le programme Camperdown pour les adultes et adolescents souffrant de bégaiement. *Rééducation Orthophonique*, 256, 49-68.
- O'Brian, S., Onslow, M., Cream, A., & Packman, A. (2003). The Camperdown Program: outcomes of a new prolonged-speech treatment model. *Journal of speech, language, and hearing research*, 46(4), 933-946.
- O'Donnell, J. J., Armson, J., & Kiefte, M. (2008). The effectiveness of SpeechEasy during situations of daily living. *Journal of Fluency Disorders*, 33(2), 99–119.
- Onslow, M., O'Brian, S., & Harrison, E. (1997). The Lidcombe Programme of early stuttering intervention: Methods and issues. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 32(2), 231–250.
- Onslow, M. & Packman, K. (1999). The Lidcombe Program for early intervention, in N. Bernstein-Ratner & E.C Healey (Eds.). *Stuttering Research and Practice : Bridging the Gap*. (192-207), New York : Psychology Press.
- Packman, A. (2003). *The Lidcombe Program of Early Stuttering Intervention: A Clinicians's Guide*. PRO-ED, Incorporated.
- Packman, A., Onslow, M., Coombes, T., & Goodwin, A. (2001). Stuttering and lexical retrieval. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 15(6), 487–498.
- Paden, E. P., Ambrose, N. G., & Yairi, E. (2002). Phonological progress during the first 2-years of stuttering. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45, 256–267.
- Paden, E. P., & Yairi, E. (1996). Phonological characteristics of children whose stuttering persisted or recovered. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 981–990.
- Paden, E. P., Yairi, E., & Ambrose, N. G. (1999). Early childhood stuttering II: Initial status of phonological abilities. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 42(5), 1113–1124.
- Perkell, J. S., Guenther, F. H., Lane, H., Matthies, M. L., Perrier, P., Vick, J., Wilhelms-Tricarico, R., & Zandipour, M. (2000). A theory of speech motor control and supporting data from speakers with normal hearing and with profound hearing loss. *Journal of Phonetics*, 28(3), 233–272.
- Peters, H. F., Hulstijn, W., & Starkweather, C. W. (1989). Acoustic and physiological reaction times of stutterers and nonstutterers. *Journal of Speech and Hearing Research*. 32, 668-680.
- Peters, H. F. M., Hulstijn, W., & van Lieshout, P. (2000). Recent Developments in Speech Motor Research into Stuttering. *Folia Phoniatria et Logopaedia*, 52, 103–119.

- Pisciotta C., Marchiori M., & Zmarich C. (2010). Balbuzie e coarticolazione, in S. Schmid, M. Schwarzenbach & D. Studer, (Eds.). *Atti del 5° convegno AISV. La dimensione temporale del parlato* (pp 351-372). Università di Zurigo, 4-6 febbraio 2009, Torriana: EDK.
- Postma, A., & Kolk, H. (1993a). The covert repair hypothesis: prearticulatory repair processes in normal and stuttered disfluencies. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36(3), 472–87.
- Postma, A., & Kolk, H. (1993b). The covert repair hypothesis: prearticulatory repair processes in normal and stuttered disfluencies. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36(3), 472–488.
- Prins, D., Main, V., & Wampler, S. (1997). Lexicalization in Adults Who Stutter. *Journal of Speech and Hearing Research*, 40(2), 373–384.
- Purcell, D. W., & Munhall, K. (2006a). Compensation following real-time manipulation of formants in isolated vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119, 2288–2297.
- Purcell, D. W., & Munhall, K. (2006b). Adaptive control of vowel formant frequency: evidence from real-time formant manipulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120, 966-977.
- Raza, M. H., Riazuddin, S., & Drayna, D. (2010). Identification of an autosomal recessive stuttering locus on chromosome 3q13.2-3q13.33. *Human genetics*, 128(4), 461–3.
- Recasens, D. (1999). Acoustic analysis. In W.J Hardcastle, et N. Hewlett (Eds.), *Coarticulation. Theory, data, and techniques* (pp 322-336). United Kingdom : Cambridge University Press.
- Recasens, D., & Espinosa, A. (2009). An articulatory investigation of lingual coarticulatory resistance and aggressiveness for consonants and vowels in Catalan. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 125(4), 2288–98.
- Recasens, D., Pallares, M. D., & Fontdevilla, J. (1997). A model of lingual coarticulation based on articulatory constraints. *Journal of Acoustical Society of America*, 102(1), 544–561.
- Reilly, S., Onslow, M., Packman, A., Wake, M., Bavin, E., Prior, M., Eadie, P., Cini, E., Bolzonello, & C., Ukoumunne, O.C. (2009). Predicting stuttering onset by the age of 3 years: A prospective, community cohort study. *Pediatrics*, 123, 270–277.
- Riley, G. (1984). *Stuttering prediction instrument for young children*, (Rev. ed.). Austin, TX: PRO-ED.
- Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 21(5), 188–194.
- Robb, M., & Blomgren, M. (1997). Analysis of F2 transitions in the speech of stutterers and nonstutterers. *Journal of Fluency Disorders*, 22(1), 1–16
- Ronson, I. (1976). Word frequency and stuttering: The relationship to sentence Structure. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 19(4), 813–819.
- Rousseau, I., Packman, A., Onslow, M., Harrison, E., & Jones, M. (2007). An investigation of language and phonological development and the responsiveness of preschool age children to the Lidcombe Program. *Journal of Communication Disorders*, 40, 382–397.
- Rousset, I. (2004). *Structures syllabiques et lexicales des langues du monde. Données, typologies, tendance universelles et contraintes substantielles*. Thèse de doctorat de l'Université Stendhal-Grenoble III.

- Ryan, B.P. (1992). Articulation, Language, rate and fluency characteristics of stuttering and nonstuttering preschool children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 333-342.
- Ryan, B. P. (2001). A longitudinal study of articulation , language , rate , and fluency of 22 preschool children who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 26, 107–127.
- Salmelin, R., Schnitzler, A., Schmitz, F., & Freund, H. J. (2000). Single word reading in developmental stutterers and fluent speakers. *Brain*, 123(6), 1184-1202.
- Saltuklaroglu, T., Dayalu, V. N., & Kalinowski, J. (2002). Reduction of stuttering: the dual inhibition hypothesis. *Medical Hypotheses*, 58(1), 67–71.
- Saltuklaroglu, T., Dayalu, V. N., Kalinowski, J., Stuart, A., & Rastatter, M. P. (2004). Say it with me: stuttering inhibited. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26(2), 161–8.
- Saltuklaroglu, T., Kalinowski, J., Robbins, M., Crawcour, S., & Bowers, A. (2009). Comparisons of stuttering frequency during and after speech initiation in unaltered feedback, altered auditory feedback and choral speech conditions. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 44(6), 1000–1017.
- Sasisekaran, J., Brady, A., & Stein, J. (2013). A preliminary investigation of phonological encoding skills in children who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 38(1), 45–58. doi:10.1016/j.jfludis.2012.12.003
- Sasisekaran, J., & De Nil, L. F. (2006). Phoneme monitoring in silent naming and perception in adults who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 31(4), 284–302.
- Schriefers, H., Meyer, A. S., & Levelt, W. J. M. (1990). Exploring the time course of lexical access in language production: picture-word interference studies. *Journal of Memory and Language*, 29(1), 86–102.
- Scott, L., Healey, E., & Norris, J. (1995). A comparison between children who stutter and their normally fluent peers on story retelling task. *Journal of Fluency Disorders*, 20, 279-282.
- Silverman, S., & Bernstein Ratner, N. (2002). Measuring lexical diversity in children who stutter : application of vocd. *Journal of Fluency Disorders*, 27, 289-304.
- Smith, A. (1999). Stuttering : a unified approach to a multifactorial, dynamic disorder. In N. Bernstein Ratner, N., & Healey, E.C. (Eds.). *Stuttering research and practice : bridging the gap*. Mahwah (pp27-44). New Jersey : Psychology Press.
- Smith, A., Goffman, L., Sasisekaran, J., & Weber-Fox, C. (2012). Language and motor abilities of preschool children who stutter: evidence from behavioral and kinematic indices of nonword repetition performance. *Journal of fluency disorders*, 37(4), 344–58.
- Smith, A., & Kleinow, J. (2000). Kinematic correlates of speaking rate changes in stuttering and normally fluent adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 43(2), 521–536.
- Smith, A., Sadagopan, N., Walsh, B., & Weber-fox, C. (2010). Increasing phonological complexity reveals heightened instability in inter-articulatory coordination in adults who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 35(1), 1–18.
- Soderberg, G. A. (1966). The Relations of Stuttering to word length and word frequency. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 9(4), 584–589.

- Sole, M.-J. (1992). Phonetic and phonological processes: The case of nasalization. *Language and Speech*, 35(1-2), 29–43.
- Sole, M.-J. (1995). Spatio-Temporal Patterns of Velopharyngeal Action in Phonetic and Phonological Nasalization. *Language and Speech*, 38(1), 1–23.
- Souffront, V. (2013). Les stages thérapeutiques intensifs. *Rééducation Orthophonique*, 256, 233-250.
- Sparks, G., Grant, D. E., Millay, K., Walker-Batson, D., & Hynan, L. S. (2002). The effect of fast speech rate on stuttering frequency during delayed auditory feedback. *Journal of Fluency Disorders*, 27(3), 187–200; quiz 200–1, III.
- Starkweather, C.W., Gottwald, S.R., & Halfond, M.M. (1990). *Stuttering Prevention: A clinical method*. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Stella, V., & Job, R. (2001). Le sillabe pd/dpss. Une base di dati sulla frequenza sillabica dell'italiano scritto. *Giornale Italiano Di Psicologia*, 3, 631–639.
- Stone, M. (2012). Laboratory techniques for investigating speech articulation. In W.J. Hardcastle, J. Laver & F. E. Gibbon (Eds.), *The handbook of phonetic sciences*. (2nd ed). (pp 7-38). Oxford :Wiley.
- Storkel, H. L. (2001). Learning new words: phonotactic probability in language development. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44(6), 1321–1337.
- Storkel, H. L. (2003). Learning new words II: phonotactic probability in verb learning. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(6), 1312–1323.
- Stromsta, C. (1965). A spectrographic study of dysfluencies labeled as stuttering by parents. De Therapia Vocis et Loquela. In *Proceedings of the Thirteenth Congress of the International Association of Logopedics and Phoniatrics* (pp. 317-320). Vienna.
- Stromsta, C. (1986). *Elements of stuttering*. Oshtemo, MI: Atsmorts Publishing.
- Stuart, A, Kalinowski, J., Armson, J., Stenstrom, R., & Jones, K. (1996). Fluency effect of frequency alterations of plus/minus one-half and one-quarter octave shifts in auditory feedback of people who stutter. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(2), 396–401.
- Stuart, A, Kalinowski, J., & Rastatter, M. P. (1997). Effect of monaural and binaural altered auditory feedback on stuttering frequency. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 101(6), 3806–9.
- Stuart, A., Frazier, C. L., Kalinowski, J., & Vos, P. W. (2008). The effect of Frequency altered feedback on stuttering duration and type. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(4), 889–897.
- Stuart, A., Kalinowski, J., Rastatter, M. P., & Lynch, K. (2002). Effect of delayed auditory feedback on normal speakers at two speech rates. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 111(5), 2237.
- Stuart, A., Kalinowski, J., Rastatter, M., Saltuklaroglu, T., & Dayalu, V. (2004). Investigations of the impact of altered auditory feedback in-the-ear devices on the speech of people who stutter: initial fitting and 4-month follow-up. *International journal of language & communication disorders / Royal College of Speech & Language Therapists*, 39(1), 93–113. doi:10.1080/13682820310001616976
- Stuart, A., Kalinowski, J., Saltuklaroglu, T., & Guntupalli, V. K. (2006). Investigations of the impact of altered auditory feedback in-the-ear devices on the speech of people who stutter: one-year follow-up. *Disability and rehabilitation*, 28(12), 757–65.

- Stuart, A., Xia, S., Jiang, Y., Jiang, T., Kalinowski, J., & Rastatter, M. P. (2003). Self-Contained In-the-Ear Device to Deliver Altered Auditory Feedback: Applications for Stuttering. *Annals of Biomedical Engineering*, 31(2), 233–237.
- Subramanian, A., Yairi, E., & Amir, O. (2003). Second formant transitions in fluent speech of persistent and recovered preschool children who stutter. *Journal of Communication Disorders*, 36(1), 59–75.
- Sussman, H. M., Byrd, C. T., & Guitar, B. (2011). The integrity of anticipatory coarticulation in fluent and non-fluent tokens of adults who stutter. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 25(3), 169–86.
- Sussman, H. M., McCaffrey, H. A., & Matthews, S.A. (1991). An investigation of locus equation as a source of relational invariance for stop place categorization. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 90 (3), 1309-1325.
- Sussman, H., M., & McCaffrey, H. (1992). Locus equations as an index of coarticulation for place of articulation distinctions in children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 35, 769-785.
- Sussman, H., Minifie, F., Buder, E., Stoel-Gammon, C., & Smith, J. (1996). Consonant-vowel interdependencies in babbling and early words: Preliminary examination of a locus equation approach. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 424–433.
- Sussman, H. M., Dalston, E., & Gumbert, S. (1998). The effect of speaking style on locus equation characterization of stop place of articulation. *Phonetica*, 55, 204-225.
- Sussman, H. M., Duder, C., Dalston, E., & Cacciatore, A. (1999). An acoustic analysis of the developmental of CV coarticulation: A case study. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 42, 1080-1096.
- Sussman, H. M., Hoemeke, K. A., & Ahmed, F. S. (1993). A cross-linguistic investigation of locus equations as a phonetic descriptor for place of articulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 94(3), 1256.
- Teitler-Brejon, N., (2000). *Contribution à l'étude des troubles d'évocation de mots associés au bégaiement*. Thèse de doctorat de l'Université de lettres, Sciences Sociales et Humaines, Paris VII.
- Throneburg, R. N., Yairi, E., & Paden, E. P. (1994). Relation Between Phonologic Difficulty and the Occurrence of Disfluencies in the Early Stage of Stuttering. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 37(3), 504–509.
- Tourville, J. A., Reilly, K. J., & Guenther, F. H. (2008). Neural mechanisms underlying auditory feedback control of speech. *NeuroImage*, 39, 1429-1443.
- Trask, R. L. (1996). *A dictionary of phonetics and phonology*. Routledge: London.
- Van Borsel, J., & Eeckhout, H. (2008). The speech naturalness of people who stutter speaking under delayed auditory feedback as perceived by different groups of listeners. *Journal of Fluency Disorders*, 33(3), 241–251.
- Van Borsel, J., Reunes, G., & Van den Bergh, N. (2003). Delayed auditory feedback in the treatment of stuttering: clients as consumers. *International Journal of Language & Communication Disorders / Royal College of Speech & Language Therapists*, 38(2), 119–29.
- van Lieshout, P. H. H. M. (1995). *Motor planning and articulation in fluent speech of stutterers and nonstutterers*. University of Nijmegen, The Netherlands

- van Lieshout, P. H. H. M., Hulstijn, W., & Peters, H. F. (1996a). From planning to articulation in speech production: what differentiates a person who stutters from a person who does not stutter? *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(3), 546–64.
- van Lieshout, P. H. H. M., Hulstijn, W., & Peters, H. F. (1996b). Speech production in people who stutter: testing the motor plan assembly hypothesis. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(1), 76–92.
- van Lieshout, P. H. H. M., Hulstijn, W., & Peters, H. F. M. (2004). Searching for the weak link in the speech production chain of people who stutter: a motor skill approach. In B. Maassen, R. Kent, P. H. van Lieshout, & W. Hulstijn (Eds.), *Speech motor control in normal and disordered speech*, (pp. 313–356). Oxford : Oxford University Press.
- van Lieshout, P. H. H. M., & Namasivayam, A. K. (2010). Speech motor variability in people who stutter. In B. Maassen & P. H. H. M. Van Lieshout (Eds.), *Speech motor control: New developments in basic and applied research*. Oxford, England: Oxford University Press.
- van Lieshout, P. H. H. M., Rutjens, C. A. W., & Spauwen, P. H. M. (2002). The dynamics of interlip coupling in speakers with a repaired unilateral cleft-lip history. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(1), 5–19.
- Van Riper, C. (1971). *The nature of stuttering*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Van Riper, C. (1982). *The nature of stuttering* (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Van Riper, C. (1992). *The nature of stuttering* (2nd ed.). Waveland pressInc.
- Villacorta, V. M., Perkell, J. S., & Guenther, F. H. (2007). Sensorimotor adaptation to feedback perturbations of vowel acoustics and its relation to perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122(4), 2306–19.
- Vincent, I., Grela, B. G., & Gilbert, H. R. (2012). Phonological priming in adults who stutter. *Journal of Fluency Disorders*, 37(2), 91–105.
- Vitevitch, M. S. (2002). The influence of phonological similarity neighborhoods on speech production. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(4), 735–747.
- Walley, A. C. (1988). Spoken word recognition by young children and adults. *Cognitive Development*, 3(2), 137–165.
- Ward, D. (2006). *Stuttering and cluttering : frameworks for understanding and treatment*. New York : Psychology Press.
- Watkins, K. E., Smith, S. M., Davis, S., & Howell, P. (2008). Structural and functional abnormalities of the motor system in developmental stuttering. *Brain*, 131(1), 50–59.
- Watkins, R. V., Yairi E., & Ambrose, N. G. (1999). Early childhood stuttering III: initial status of expressive language abilities. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 42, 1125–1135.
- Weber-Fox, C., Spencer, R. M. C., Spruill, J. E., & Smith, A. (2004). Phonologic processing in adults who stutter: electrophysiological and behavioral evidence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(6), 1244–58.
- Weber-fox, C., Spruill, J. E., Spencer, R., & Smith, A. (2008). Atypical neural functions underlying phonological processing and silent rehearsal in children who stutter, 11(2), 321–337.



- Wijnen, F., & Boers, I. (1994). Phonological priming effects in stutterers. *Journal of Fluency Disorders*, 19(1), 1–20.
- Williams, J. H. G., Whiten, A., Suddendorf, T., & Perrett, D. I. (2001). Imitation, mirror neurons and autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25(4), 287–295.
- Wingate, M. E. (2001). *Foundations of Stuttering*. Emerald Group Publishing Limited.
- Wingate, M. E. (2002). *Foundations of stuttering*. Bingley, UK : Academic Press.
- Wingate, M. E. (1969). Stuttering as a phonetic transition defect. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 34, 107–108.
- Wingate, M. E. (1970). Effect on stuttering of changes in audition. *Journal of Speech and Hearing Research*, 13, 861–873.
- Wingate, M. E. (1976). *Stuttering: Therapy and treatment*. New York: Irvington.
- Wingate, M. E. (1977). Immediate source of stuttering. In R.W. Rieber & Wollock (Eds), *The problem of stuttering: Theory and Therapy*. New York: Elsevier, North Holland Inc.
- Wingate, M. E. (1988). *The structure of stuttering (a psycholinguistic analysis)*, New-York-Wien : Springer Verlag.
- Wolk, L., Blomgren, M., & Smith, A. B. (2000). The frequency of simultaneous disfluency and phonological errors in children : a preliminary investigation. *Journal of Fluency Disorders*, 25(4), 269–281.
- Wolk, L., Edwards, M. L., & Conture, E. G. (1993). Coexistence of stuttering and disordered phonology in young children. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36(5), 906–17.
- World Health Organization (1977), *Manual of the international statistical classification of diseases, injuries and cause of death*, Vol. 1, Geneva
- Yairi, E. (2007). Subtyping stuttering I: a review. *Journal of Fluency Disorders*, 32(3), 165–196.
- Yairi, E., & Ambrose, N. G. (1999). Early childhood stuttering I: Persistency and recovery rates. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 42(5), 1097–1112.
- Yairi, E., & Ambrose, N.G. (2005). *Early Childhood stuttering : for clinicians by clinicians*. Austin, TX : Pro-Ed.
- Yairi, E., Ambrose, N.G., Paden, E., & Throneburg, N. (1996). Predictive factors of persistence and recovery : pathways of childhood stuttering. *Journal of Communication Disorders*, 29, 51–77.
- Yaruss, J.S. (1999). Utterance length, syntactic complexity, and childhood stuttering. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 42, 329–344.
- Yaruss, J. S., & Conture, E. G. (1993). F2 transitions during sound/syllable repetitions of children who stutter and predictions of stuttering chronicity. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 36(5), 883–96.
- Yaruss, J S, & Conture, E. G. (1996). Stuttering and phonological disorders in children: examination of the Covert Repair Hypothesis. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39(2), 349–64.

- Yaruss, J. S., LaSalle, L. R., & Conture, E. G. (1998). Evaluating Stuttering in Young Children Diagnostic Data. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 7(4), 62–76.
- Yaruss, J.S., & Pelczarski (2012, juillet). *Phonological processing abilities of adults who stutter*. Communication présentée au 7th World Congress on Fluency Disorders.
- Zackheim, C. T., & Conture, E. G. (2003). Childhood stuttering and speech disfluencies in relation to children's mean length of utterance: a preliminary study. *Journal of Fluency Disorders*, 28(2), 115–142.
- Zimmerman, S., Kalinowski, J., Stuart, A., & Rastatter, M. (1997). Effect of altered auditory feedback on people who stutter during scripted telephone conversations. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40(5), 1130–1134.
- Zimmerman, I., Steiner, V., & Pond, R. (1979). *Preschool Language Scale*. The Psychological Corporation, Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Zmarich, C. & Marchiori, M. (2004). L'influenza del focus contrastivo sulla coarticolazione anticipatoria di sillabe 'CV' prodotte fluentemente da balbuzienti e non balbuzienti. In P. Cosi [Ed.] *Misura dei parametri. Aspetti tecnologici implicazioni nei modelli linguistici*, Atti del 1° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce (pp 231-250), Padova, 2-4 dicembre 2004, Brescia: EDK Editore.
- Zmarich, C., Avesani, C. & Marchiori, M. (2007), Coarticolazione e Accentazione, in *Scienze Vocali e del Linguaggio – Metodologie di Valutazione e risorse Linguistiche* (V. Giordani, V. Bruseghini & P. Cosi, editors), Atti del 3° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Scienze della Voce, Trento, 29 novembre – 1° dicembre 2006, Torriana (RN): EDK Editore, 5-15.

# ANNEXES

---



Bonjour,

Dans le cadre d'une thèse de doctorat et en lien avec l'ERU 34 du LURCO, je mène une étude cross-linguistique français/italien. Je suis à la recherche de personnes bègues françaises à enregistrer : des enfants (de 6 à 10 ans), et adultes bègues, **sans autre pathologie associée et sans bilinguisme. Ces personnes peuvent être ou non suivies en rééducation.**

L'enregistrement est à la fois audio et vidéo. Il dure **environ 3/4 d'heure** et se déroule en 2 fois 4 phases :

- parole spontanée
- courte lecture (adolescents et adultes)
- description d'image
- répétition de phrases très simples

Ces 4 phases sont réalisées deux fois : d'abord sans feedback auditif modifié puis avec feedback auditif modifié.

Je peux enregistrer à **Montpellier et dans la région Rhône-Alpes.**

Vous pouvez me joindre

Par téléphone : 06 77 33 12 83

Par mail : [marine\\_verdurand@hotmail.com](mailto:marine_verdurand@hotmail.com)

Merci de votre participation !

Marine Pendelieu-Verdurand  
Orthophoniste/doctorante  
Université Stendhal, Grenoble

Résultat coarticulation (pente k et b)														
Groux langu			k_SR	k_SR_g	k_SRD_g	k_AA	k_AA	k_AAF-g	b_SR	b_SRk	b_SR_g	b_AA	b_AA	b_AAF_g
sujet	Beg	IT	0,85	0,59	0,79	0,88	0,51	0,89	176	784	446	96,6	959	316
sujet	Beg	IT	0,88	0,61	0,91	0,8	0,57	0,89	239	966	319	313	1097	342
sujet	Beg	IT	0,92	0,56	0,91	0,83	0,46	0,93	103	801	254	201	1015	408
sujet	Beg	IT	0,94	0,53	0,97	0,89	0,46	0,89	58,6	1173	176	262	1335	183
sujet	Beg	IT	0,83	0,58	0,85	0,88	0,32	0,84	378	1056	464	147	1133	428
sujet	Beg	IT	0,89	0,61	0,74	0,85	0,53	0,86	312	925	399	149	939	346
sujet	Beg	IT	0,97	0,75	0,8	0,84	0,61	0,88	183	762	490	224	840	369
sujet	Beg	IT	0,9	0,57	0,95	0,91	0,79	0,92	48	577	351	61,8	576	301
sujet	Beg	IT	0,94	0,6	0,95	0,88	0,59	0,89	79,5	1005	240	215	913	317
sujet	Beg	IT	0,85	0,63	0,94	0,8	0,52	0,97	213	851	199	398	950	190
sujet	Beg	IT	0,78	0,56	0,84	0,9	0,68	0,93	127	766	176	115	568	205
sujet	Beg	FR	0,71	0,46	0,96	0,72	0,23	0,77	506	994	173	503	1378	538
sujet	Beg	FR	0,83	0,36	0,71	0,91	0,3	0,8	284	1386	936	118	1425	550
sujet	Beg	FR	0,76	0,66	0,85	0,75	0,51	1,03	366	709	379	466	965	198
sujet	Beg	FR	0,75	0,45	0,77	0,61	0,35	0,77	462	1064	549	683	1230	528
sujet	Beg	FR	0,67	0,38	0,85	0,66	0,36	0,73	613	1302	422	598	1257	592
sujet	Beg	FR	0,71	0,49	0,7	0,65	0,18	0,62	541	953	730	604	1422	800
sujet	Beg	FR	0,98	0,7	0,86	0,76	0,41	0,8	69,1	718	369	415	1135	533
sujet	Beg	FR	0,6	0,35	0,84	0,54	0,38	0,76	686	1224	479	810	1148	614
sujet	Beg	FR	0,86	0,31	0,46	0,64	0,06	0,36	296	1272	1047	608	1661	1170
sujet	Beg	FR	0,86	0,42	0,93	0,67	0,41	0,9	281	1206	290	596	1268	406
sujet	Beg	FR	0,7	0,39	1,1	0,82	0,33	1,15	510	1104	-68	267	1131	-30
sujet	Fluen	IT	0,88	0,56	0,99	0,9	0,83	1,07	175	761	211	118	541	84,5
sujet	Fluen	IT	0,85	0,57	1,07	0,8	0,47	0,92	228	1065	-15	243	1155	267
sujet	Fluen	IT	0,83	0,5	0,91	0,76	0,43	0,88	247	1226	247	379	1322	349
sujet	Fluen	IT	0,91	0,59	0,83	0,86	0,42	0,82	145	930	462	206	1243	423
sujet	Fluen	IT	0,91	0,59	0,91	0,82	0,52	0,93	138	897	224	91,7	1058	158
sujet	Fluen	IT	0,89	0,58	1,02	0,94	0,45	0,96	132	895	227	35,9	1092	219
sujet	Fluen	IT	0,89	0,74	0,91	0,84	0,55	0,93	133	519	152	190	851	166
sujet	Fluen	IT	0,89	0,7	0,94	0,97	0,64	0,93	83,7	693	160	-9,2	800	202
sujet	Fluen	IT	0,76	0,7	0,94	0,81	0,57	0,88	289	790	332	235	764	312
sujet	Fluen	IT	0,93	0,62	1,03	0,91	0,6	0,93	171	798	76,9	98,9	780	200
sujet	Fluen	FR	0,68	0,36	1				490	1109	265			
sujet	fluen	FR	0,86	0,45	0,98				259	1240	152			
sujet	Fluen	FR	1,02	0,6	0,94				186	814	403			
sujet	Fluen	FR	0,9	0,57	0,96				368	759	259			
sujet	Fluen	FR	1,12	0,43	0,83				123	1246	504			
sujet	Fluen	FR	0,83	0,53	0,9				302	980	358			
sujet	Fluen	FR	0,85	0,49	0,95				259	936	238			
sujet	Fluen	FR	0,84	0,5	0,92				403	1148	417			
sujet	Fluen	FR	0,56	0,6	0,75				764	1011	674			
sujet	Fluen	FR	0,88	0,81	0,85				254	500	380			

Valeurs deltaF2 bègues français italiens AAF

sujet	type	langue	ba-AAF	braAAF	daAAF	draAAF	gaAAF	graAAF	sbaAAF	sbraAA	sdaAAF	sdraAA	sgaAAF	sgraAAF
sujet	B	FR	-112	48,5	-159	64,67	-303	1,5	-18,5	83,5	-56,2	84,83	-287	31
sujet	B	FR	-45,4	139	-212	132,3	-351	112,2	-68,3	161,7	-220	167,7	-373	137,8
sujet	B	FR	-88	-7	-259	29,67	-459	-1,17	-5,5	24,33	-229	0,5	-432	2,667
sujet	B	FR	-83,6	52,83	-261	37,33	-415	39,33	21,67	138,5	-115	129,8	-334	120
sujet	B	FR	-63,6	69,17	-349	24	-486	27,17	-41,7	5,167	-361	32,17	-483	-10,8
sujet	B	FR	-51,5	50	-241	101,7	-427	3	51,9	76	-265	17,67	-447	-6,33
sujet	B	FR	-116	75	-272	85,5	-409	44,17	-98,2	96,33	-242	95	-463	-463
sujet	B	FR	-87,1	44,33	-219	-635	-331	-44,8	-29,5	18,83	-190	-5,67	-326	-58,7
sujet	B	FR	-122	94,33	-324	34,5	-513	19,86	-56	54,17	-219	45,83	-504	14,83
sujet	B	FR	48,33	14,5	-193	35,67	-328	21,83	52,17	59,17	-158	37,67	-250	8,2
sujet	B	IT	35,38	-76,6	-117	-83,5	-177	-118	66,5	-22,5	-155	-57,1	-199	-91
sujet	B	IT	49	-223	-296	-232	-197	-199	50	-145	-215	-219	-298	-177
sujet	B	IT	-24,8	-18,5	-209	-31,8	-333	-68,4	-18,3	-65	-123	-53	-219	-32
sujet	B	IT	79,5	-17,3	-124	48	-224	-18,2	72	0,667	-98,8	33,67	-313	38,83
sujet	B	IT	4,5	-225	-393	-141	-364	4	-58,7	-141	-245	-105	-441	-134
sujet	B	IT	81,67	-50,7	-138	-30,2	-164	-49,5	57,83	-71	-136	-44,7	-130	-61
sujet	B	IT	39,67	31,33	-138	53,83	-330	25,17	-2,5	41,17	-146	4,667	-265	19
sujet	B	IT	10,33	-138	-365	0,333	-416	-43,4	3,5	-107	-238	-84,2	-462	-97,8
sujet	B	IT	-11,3	-271	-315	-270	-201	-200	29,67	-262	-241	-265	-217	-238
sujet	B	IT	11,17	-214	-321	-193	-311	-173	46,5	-178	-292	-195	-348	-151
sujet	B	IT	86,75	-90,2	-159	-48	-196	-58,8	104,8	-85,7		-67	-115	-61,5

Valeurs de deltaF2 et ms pour chaque sujet et chaque syllabe en SR

sujet	type	langue	ba	msba	bra	ms_dɛ da	ms_dɛ dra	ms_dɛ ga	ms_dɛ gra	ms_dɛ sba	ms_dɛ sbra	ms_dɛ sda	ms_dɛ sdra	ms_dɛ sga	ms_dɛ sgra	ms_del_sgra										
sujet	B	FR	-96,8	<b>0,06</b>	48,7	<b>0,05</b>	-169	<b>0,06</b>	22	<b>0,05</b>	-356	<b>0,06</b>	2,83	<b>0,05</b>	-62,7	<b>0,05</b>	104	<b>0,06</b>	-109	<b>0,06</b>	6	<b>0,06</b>	-317	<b>0,06</b>	-60,9	<b>0,05</b>
sujet	B	FR	-80	0,07	105	0,07	-176	0,08	108	0,06	-408	0,07	82	0,06	-135	0,06	131	0,07	-232	0,06	68,8	0,06	-442	0,07	101	0,07
sujet	B	FR	-43	0,09	43,8	0,09	-311	0,09	24	0,09	-523	0,1	16	0,09	-59,5	0,09	38	0,08	-244	0,09	29,8	0,08	-428	0,09	-10,7	0,09
sujet	B	FR	-78,7	0,08	85,7	0,07	-245	0,09	63,3	0,08	-427	0,08	-53,5	0,08	-36,3	0,08	35,7	0,08	-151	0,08	81	0,08	-405	0,08	-16	0,08
sujet	B	FR	-141	0,07	65,6	0,08	-278	0,08	55,7	0,07	-507	0,09	-8,83	0,08	-130	0,06	68,4	0,08	-295	0,07	104	0,08	-516	0,08	-39	0,1
sujet	B	FR	-16,4	0,05	79,2	0,07	-240	0,06	33,8	0,07	-309	0,05	4,4	0,06	-22,5	0,06	117	0,07	-147	0,06	73,8	0,06	-410	0,07	38,2	0,06
sujet	B	FR	-82,3	0,09	77,5	0,09	-294	0,1	13,8	0,08	-423	0,09	11,2	0,09	-96,2	0,08	49	0,09	-178	0,09	35,8	0,07	-457	0,1	-44,8	0,09
sujet	B	FR	-84,6	0,06	35,7	0,07	-244	0,08	-14,7	0,09	-332	0,08	-102	0,08	-49,7	0,06	-1,83	0,07	-116	0,06	-42,8	0,09	-307	0,06	-158	0,08
sujet	B	FR	-62,5	0,07	82,3	0,06	-257	0,09	58,3	0,08	-502	0,08	-116	0,08	-96,8	0,07	91,2	0,05	-254	0,07	50	0,06	-506	0,08	-1,33	0,06
sujet	B	FR	-8,33	0,07	34,5	0,07	-211	0,07	73,5	0,06	-326	0,06	14,3	0,06	20,8	0,06	65,3	0,06	-128	0,07	21,8	0,07	-384	0,06	-30,2	0,07
sujet	F	FR	-57	0,08	24,5	0,08	-254	0,07	-14,5	0,08	-429	0,07	6,83	0,08	20,7	0,07	12,5	0,07	-124	0,07	-13,2	0,08	-410	0,08	-47,5	0,07
sujet	F	FR	-44,9	0,09	17,2	0,09	-214	0,08	-50,3	0,08	-459	0,08	-62,8	0,09	-28	0,08	61,8	0,09	-200	0,08	-11	0,08	-603	0,09	31,5	0,07
sujet	F	FR	-9,5	0,06	40,8	0,07	-290	0,08	9,67	0,08	-503	0,08	-47,6	0,07	-146	0,08	14	0,07	-170	0,07	105	0,05	-446	0,07	40,3	0,07
sujet	F	FR	-101	0,06	-23,5	0,06	-170	0,06	-73,2	0,06	-357	0,07	-158	0,06	-52,2	0,06	-44,3	0,07	-176	0,07	-92,5	0,07	-398	0,06	-31,7	0,06
sujet	F	FR	-93,3	0,08	72,8	0,07	-278	0,07	22	0,06	-530	0,08	21,3	0,07	-36,3	0,07	75	0,07	-296	0,07	30,5	0,06	-425	0,07	-1,67	0,07
sujet	F	FR	-54,7	0,07	5,71	0,07	-232	0,08	-10,7	0,07	-502	0,06	-29	0,07	-57,8	0,06	27,3	0,07	-169	0,06	4,67	0,08	-494	0,07	-61,3	0,06

sujet F	FR	-78,2	0,09	71,8	0,09	-288	0,09	68,5	0,09	-400	0,09	57,7	0,09	-65,2	0,08	71,5	0,08	-230	0,08	90,4	0,08	-332	0,09	18,7	0,08
sujet F	FR	-128	0,09	-55,5	0,08	-354	0,09	-75,7	0,08	-502	0,08	-19,3	0,08	-174	0,06	-0,33	0,08	-319	0,09	-45,3	0,07	-592	0,08	-104	0,08
sujet F	FR	-154	0,09	21	0,09	-476	0,09	5,88	0,09	-686	0,1	-13	0,09	-97,2	0,09	20,8	0,1	-426	0,09	-15,8	0,1	-495	0,1	14,7	0,09
sujet F	FR	-27,9	0,07	17,2	0,08	-300	0,08	50,3	0,08	-383	0,07	-4,33	0,08	2,33	0,07	12,7	0,08	-254	0,08	46	0,08	-341	0,09	-4	0,08
sujet B	IT	25,6	0,06	-105	0,06	-169	0,07	-141	0,07	-200	0,07	-97	0,05	9,33	0,06	-94	0,05	-143	0,07	-84,6	0,06	-240	0,08	-101	0,05
sujet B	IT	49	0,09	-316	0,08	-363	0,09	-330	0,08	-381	0,1	-348	0,08	63,2	0,08	-192	0,07	-281	0,08	-309	0,07	-311	0,08	-293	0,08
sujet B	IT	58,2	0,07	-67	0,07	-276	0,07	-53,5	0,06	-257	0,07	-74,5	0,06	-2,8	0,06	-46,8	0,05	-205	0,07	-68,3	0,07	-268	0,07	-92,2	0,06
sujet B	IT	62,2	0,07	37,8	0,06	-118	0,06	20,3	0,07	-229	0,08	16	0,07	64,5	0,08	29,7	0,07	-105	0,08	18,8	0,08	-303	0,07	16,7	0,07
sujet B	IT	46,3	0,05	-207	0,05	-315	0,06	-119	0,05	-395	0,05	-297	0,05	-73,8	0,05	-162	0,05	-278	0,05	-112	0,05	-545	0,06	-242	0,05
sujet B	IT	89,2	0,07	-15,5	0,07	-170	0,08	-99,7	0,06	-178	0,08	-25,7	0,06	87,8	0,06	-35,3	0,06	-111	0,06	-115	0,07	-193	0,07	-14,3	0,06
sujet B	IT	41	0,05	-74,8	0,04	-214	0,05	-99,7	0,04	-454	0,06	-41,7	0,05	26	0,04	-30	0,04	-184	0,06	-167	0,05	-386	0,05	-145	0,05
sujet B	IT	59,2	0,06	-136	0,07	-423	0,09	-19,4	0,07	-405	0,06	-89,2	0,07	31,3	0,06	-71,2	0,07	-309	0,07	-132	0,07	-380	0,07	-233	0,07
sujet B	IT	-19	0,08	-216	0,08	-320	0,1	-271	0,07	-227	0,09	-292	0,08	-31,3	0,08	-311	0,08	-334	0,09	-264	0,08	-206	0,08	-252	0,09
sujet B	IT	-1,33	0,06	-323	0,06	-328	0,06	-168	0,06	-368	0,07	-206	0,06	4	0,06	-161	0,06	-274	0,06	-171	0,05	-347	0,06	-162	0,06
sujet B	IT	34,2	0,08	-49,8	0,08	-245	0,1	-56,2	0,1	-422	0,09	-49,8	0,08	52,7	0,09	-96,5	0,08	-179	0,09	-68,6	0,08	-287	0,08	-115	0,08
sujet F	IT	50,1	0,07	2,7	0,06	-194	0,07	-49,1	0,06	-373	0,07	-21,8	0,06	40,1	0,07	-9,3	0,06	-138	0,07	-86,8	0,06	-346	0,08	-57,3	0,06
sujet F	IT	87,1	0,07	-199	0,07	-201	0,07	-215	0,07	-172	0,07	-189	0,06	148	0,06	-37,3	0,05	-119	0,07	-121	0,07	-146	0,07	-63,7	0,06
sujet F	IT	-5,33	0,06	-227	0,07	-381	0,09	-218	0,06	-196	0,07	-322	0,07	-79,8	0,06	-130	0,07	-222	0,07	-113	0,06	-138	0,07	-218	0,08



sujet F	IT	30,8	0,05	-90,3	0,04	-291	0,06	-111	0,06	-353	0,07	-172	0,05	12,7	0,04	-96	0,06	-133	0,05	-117	0,05	-410	0,06	-62,8	0,05
sujet F	IT	54,5	0,09	-151	0,07	-227	0,09	-87,7	0,08	-210	0,09	-91,3	0,07	33,7	0,08	-8,5	0,08	-65,8	0,09	64,5	0,08	-61	0,09	-4,67	0,07
sujet F	IT	99,7	0,08	-222	0,08	-301	0,08	-119	0,07	-169	0,08	-73,5	0,07	49,8	0,07	12,4	0,08	-147	0,08	-41,7	0,07	-282	0,08	-92,3	0,07
sujet F	IT	74,8	0,05	22,7	0,05	-93	0,06	9,83	0,04	-155	0,05	-34,5	0,05	113	0,05	52,2	0,05	-16,8	0,04	48,8	0,05	-239	0,06	-15	0,04
sujet F	IT	78,5	0,05	-103	0,05	-169	0,06	-138	0,05	-180	0,05	-66,7	0,05	151	0,05	-10,2	0,05	-87,7	0,05	-116	0,05	-219	0,06	-42,2	0,05
sujet F	IT	91,8	0,08	-73,5	0,09	-162	0,08	-51,3	0,07	-211	0,1	-82,7	0,08	37,8	0,07	-63,3	0,09	-224	0,08	-92,7	0,07	-146	0,08	-106	0,08
sujet F	IT	36,7	0,06	-77	0,05	-216	0,06	-116	0,05	-327	0,06	-107	0,05	-10	0,06	-109	0,04	-174	0,05	-122	0,05	-295	0,06	-61,2	0,04

\_10\_50